examenbundel.nl

examen bundel

Meer dan alleen oefenexamens

Nu bij je boek
mijn.examenbundel.nl
Online oefenen, video's en meer

2021|2022

vwo

Biologie

ThiemeMeulenhoff

examenbundel.nl

examen bundel

Meer dan alleen oefenexamens

A.S.P. Jansen
J.H. Rawee
E.J. van der Schoot
A.N. Leegwater

2021 | 2022

vwo

Biologie

ThiemeMeulenhoff

mijn.examenbundel.nl

Slagen zonder examenstress doe je met Examenbundel, Samengevat, Examenidioom en Zeker Slagen!
Alles voor je schoolexamens en je centrale examens in je boeken, maar ook online.

Quickscan

Antwoorden bij de oriëntatietoets

Video's en andere leerbronnen

Oefenexamens

Overzicht van al je examenvakken

En nog veel meer op Mijn Examenbundel!

Ga naar mijn.examenbundel.nl en log in op Mijn Examenbundel. Met deze code krijg je toegang tot heel veel (digitale) extra's die bij je bundel horen:

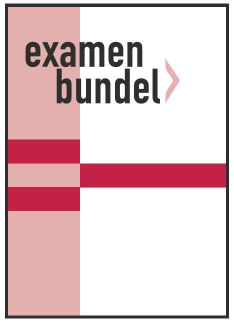
Deze code is uniek en door één persoon te gebruiken. Geldig tot 15 juli 2022.

#ikgazekerslagen

Voorwoord

Met deze **Examenbundel** bereid je je goed voor op het eindexamen en op de schoolexamens. Je oefent met echte examenopgaven. Als je niet weet hoe je een vraag aan moet pakken, raadpleeg dan de bijbehorende hint. In de uitwerkingen staan de antwoorden met een duidelijke uitleg. Zo weet je precies wat je goed en fout hebt gedaan.

Gebruik naast deze **Examenbundel** ook het boek **Samengevat** om te leren voor je examen. Hierin vind je een handige samenvatting van alle examenstof.



Oefenen met echte examens en duidelijke uitwerkingen

+

Overzichtelijke samenvatting van de examenstof

Wil je weten op welke datum het centraal examen is?
Ga naar examenbundel.nl/examenrooster voor het actuele examenrooster.
Of scan de QR-code:

Namens team **Examenbundel** heel veel succes!

Heb je een vraag of opmerking over deze **Examenbundel**?
Ga dan naar examenbundel.nl/contact.

Opmerking
De overheid stelt de regels op voor het examen. Bijvoorbeeld wat de examenonderwerpen zijn, welke hulpmiddelen je mag gebruiken en wanneer het examen is. De auteurs en uitgever hebben deze **Examenbundel** met grote zorg samengesteld. Soms veranderen de regels van de overheid echter of worden er nieuwe afspraken gemaakt over wat die regels betekenen. Raadpleeg daarom altijd je docent of onze website www.examenbundel.nl voor actuele informatie die voor jouw examen van belang is.

©ThiemeMeulenhoff

Inhoud

3 Voorwoord
7 Stappenplan: hoe leer je met de Examenbundel?
13 Tips: hoe maak je examenopgaven bij biologie?

Oriëntatietoets

17 Opgaven

Deel 1
Oefenen op onderwerp

1 Cellen, organen en orgaanstelsels
35 Opgaven
43 Hints - uitwerkingen

2 Voortplanting en ontwikkeling
47 Opgaven
52 Hints - uitwerkingen

3 Erfelijkheid
55 Opgaven
63 Hints - uitwerkingen

4 DNA en celcyclus
67 Opgaven
75 Hints - uitwerkingen

5 Genexpressie, RNA en eiwitsynthese
79 Opgaven
88 Hints - uitwerkingen

6 Evolutie: soortvorming en selectie
92 Opgaven
100 Hints - uitwerkingen

7 Fotosynthese, dissimilatie en voortgezette assimilatie
104 Opgaven
116 Hints - uitwerkingen

8 Ecosystemen; interactie en regulatie
120 Opgaven
134 Hints - uitwerkingen

9 Ecosystemen; dynamiek en diversiteit
141 Opgaven
149 Hints - uitwerkingen

10 Voeding en vertering
154 Opgaven
161 Hints - uitwerkingen

11 Bloedsomloop
165 Opgaven
172 Hints - uitwerkingen

12 Gaswisseling
176 Opgaven
184 Hints - uitwerkingen

13 Lever, nieren; uitscheiding
188 Opgaven
194 Hints - uitwerkingen

14* Gedrag en seksualiteit
198 Opgaven
205 Hints - uitwerkingen

15* Oog en andere zintuigen
209 Opgaven
214 Hints - uitwerkingen

16 Zenuwstelsel en spieren
217 Opgaven
224 Hints - uitwerkingen

17 Hormonale regeling
228 Opgaven
236 Hints - uitwerkingen

18 Huid en immuniteit
241 Opgaven
249 Hints - uitwerkingen

* Dit onderwerp is alleen bestemd voor het schoolexamen.

Deel 2a
Examens met uitwerkingen

Examen 2018-I
255 Opgaven
275 Hints - uitwerkingen

Examen 2018-II
283 Opgaven
300 Hints - uitwerkingen

Examen 2019-I
309 Opgaven
328 Hints - uitwerkingen

Examen 2019-II
338 Opgaven
355 Hints - uitwerkingen

Deel 2b
Examen zonder uitwerkingen

Examen 2021-I
367 Opgaven

Bijlagen

Cijferbepaling
Onderwerpregister
Examen(werk)woorden

Stappenplan: hoe leer je met de Examenbundel?

Natuurlijk kun je de **Examenbundel** van voor naar achter doorwerken of er kriskras wat onderdelen uithalen om mee te oefenen, maar je kunt het ook systematischer aanpakken. Als je oefenen met de **Examenbundel** combineert met leren uit **Samengevat**, bereid je je optimaal voor op je examen.

Op de volgende pagina's vind je drie routes die laten zien hoe je kunt leren met de **Examenbundel**. Kies de route die past bij jouw manier van leren:

- Route 1: Ga je graag meteen aan de slag? Start met **oefenen per onderwerp**.
- Route 2: Wil je eerst weten waar je staat? Start met **de oriëntatietoets**.
- Route 3: Leer je liever eerst de theorie? Start met **leren per onderwerp**.

Wil je weten wat je leerstijl is?

Kies de route die bij jouw manier van leren past!

Lees ook de tips! Voorkom verrassingen tijdens je examen.

#ikgazekerslagen

©ThiemeMeulenhoff

Route 1

Ga je graag meteen aan de slag? Start met oefenen per onderwerp.

januari & februari

- Maak per week opgaven van een hoofdstuk in deel 1 van de Examenbundel.
- Kijk de opgaven na met de bijbehorende uitwerkingen.
  - Meer dan de helft goed. → Maak de oriëntatietoets.
  - De helft of minder goed.
    - Neem het bijbehorende hoofdstuk in Samengevat door.
    - Oefen met het onderwerpregister achter in de Examenbundel meer opgaven over dit onderwerp uit de verschillende examens.
    - Kijk die opgaven na.
      - Meer dan de helft goed. → Maak de oriëntatietoets.
      - De helft of minder goed.
        - Maak de opgaven van dat hoofdstuk uit deel 1 die je nog niet gemaakt had. Gebruik de hints.

maart

- Maak de oriëntatietoets.
- Bereken je score met de uitwerkingen op mijn.examenbundel.nl.
  - Voldoende.
  - Onvoldoende.
- Bestudeer Samengevat over de onderwerpen die minder goed gingen.
- Oefen opgaven uit deel 1 van de Examenbundel en via het onderwerpregister uit de verschillende examens over het betreffende onderwerp. Gebruik de hints!

 ©ThiemeMeulenhoff

april

- Maak een heel examen uit deel 2a van de Examenbundel.
- Kijk het examen na met de bijbehorende uitwerkingen.
  - Tevreden met het resultaat.
  - Niet tevreden met het resultaat.
    - Kijk met behulp van het onderwerpregister welke onderdelen nog niet goed gaan en waar voor jouw gevoel wel winst is te behalen. Je hoeft niet alles goed te doen!
    - Bestudeer Samengevat en maak via het onderwerpregister van de Examenbundel een aantal opgaven over dat onderwerp uit deel 1 en 2a tot je tevreden bent met het resultaat.
- Blijf oefenen met deel 2a zodat je met vertrouwen het examen in gaat.

#geenexamenstress

©ThiemeMeulenhoff

Route 2

Wil je eerst weten waar je staat? Start met de oriëntatietoets.

januari

Maak de oriëntatietoets in de Examenbundel.

Bereken je score met de uitwerkingen op mijn.examenbundel.nl.

- Voldoende.
- Onvoldoende.
  - Kijk welke onderwerpen uit deel 1 van de Examenbundel nog niet goed gingen.

februari

Bestudeer elk hoofdstuk in Samengevat.

maart

Maak opgaven per onderwerp uit deel 1 van de Examenbundel.

Kijk de opgaven na met de bijbehorende uitwerkingen.

- Meer dan de helft goed.
- De helft of minder goed.
  - Oefen met het onderwerpregister achter in de Examenbundel meer opgaven over dit onderwerp uit de verschillende examens.
  - Kijk die opgaven na.
    - Meer dan de helft goed.
    - De helft of minder goed.
      - Maak de opgaven van dat hoofdstuk uit deel 1 die je nog niet gemaakt had. Gebruik de hints.

april

Maak een heel examen uit deel 2a van de Examenbundel.

april

Kijk het examen na met de bijbehorende uitwerkingen.

- Tevreden met het resultaat.
- Niet tevreden met het resultaat.
  - Kijk met behulp van het onderwerpregister welke onderdelen nog niet goed gaan en waar voor jouw gevoel wel winst is te behalen. Je hoeft niet alles goed te doen!
  - Bestudeer Samengevat en maak via het onderwerpregister van de Examenbundel een aantal opgaven over dat onderwerp uit deel 1 en 2a tot je tevreden bent met het resultaat.

Blijf oefenen met deel 2a zodat je met vertrouwen het examen in gaat.

#geenexamenstress

Route 3

Leer je liever eerst de theorie? Start met leren per onderwerp.

#

januari & februari

Bestudeer per week een hoofdstuk uit Samengevat.

maart

Maak de oriëntatietoets van de Examenbundel.

Bereken je score met de uitwerkingen op mijn.examenbundel.nl.

- Voldoende.
- Onvoldoende.
  - Kijk welke onderwerpen uit deel 1 van de Examenbundel nog niet goed gingen.
  - Maak de opgaven uit deel 1 over die onderwerpen.
  - Kijk die opgaven na.
    - Meer dan de helft goed.
    - De helft of minder goed.
      - Oefen met het onderwerpregister achter in de Examenbundel meer opgaven over dit onderwerp uit de verschillende examens.

april

Maak een heel examen uit deel 2a van de Examenbundel.

Kijk het examen na met de bijbehorende uitwerkingen.

- Tevreden met het resultaat.
- Niet tevreden met het resultaat.
  - Kijk met behulp van het onderwerpregister welke onderdelen nog niet goed gaan en waar voor jouw gevoel wel winst is te behalen. Je hoeft niet alles goed te doen!
  - Bestudeer Samengevat en maak via het onderwerpregister van de Examenbundel een aantal opgaven over dat onderwerp uit deel 1 en 2a tot je tevreden bent met het resultaat.

Blijf oefenen met deel 2a zodat je met vertrouwen het examen in gaat.

#geenexamenstress

©ThiemeMeulenhoff

Tips: hoe maak je examenopgaven bij biologie?

Bij het op de juiste manier oplossen van een probleem doorloop je in het algemeen drie stappen: de voorbereiding, de uitvoering en een controle.

Voorbereiding

- Haal even rustig adem en ontspan je spieren.
- Lees steeds eerst de vraag of opdracht die achter het nummer van de opgave staat en daarna pas de informerende tekst daarboven. Kijk dan goed naar wat echt gevraagd wordt. Je kunt belangrijke zinsdelen alvast markeren op je examenblad.
- Bij open vragen moet je uitleg begrijpelijk zijn voor een leerling uit het voorgaande leerjaar.
- Blijf niet te lang bezig met een moeilijke opgave. Loop niet achter op een tijdschema van ± 15 opgaven per uur.

Uitvoering

- Sla na ieder antwoord steeds een regel over, of reserveer voldoende ruimte als het niet (volledig) af is.
- Gebruik voor het antwoord op een meerkeuzevraag een hoofdletter en geef geen uitleg.
- Ga na of je het antwoord uit de gegeven tekst moet halen of uit Binas/ScienceData.
- Het aantal punten dat je voor een vraag kunt krijgen, geeft meestal aan uit hoeveel stappen een antwoord minstens moet bestaan.
- Indien om uitleg wordt gevraagd, mag die niet ontbreken.
- Geef niet meer antwoorden of voorbeelden dan gevraagd; als er bv. twee gevraagd worden, worden alleen de eerste twee nagekeken.
- Als bij een open vraag gerekend moet worden, zet die berekening er dan bij, ook als je die berekening niet geheel af kunt maken. Bepaalde rekenstappen leveren soms punten op.
- Gebruik geen onduidelijke uitleg, zoals: er is invloed van... (stimulerend of remmend?); het is hoger (wat hoger dan wat?); de temperatuur verandert (wordt die hoger of lager?).

Controle

- Lees de vraag nog eens over. Is het antwoord passend op de vraag?
- Volgen de zinnen in je antwoord elkaar logisch op?
- Zijn de juiste eenheden vermeld?
- Let op het aantal cijfers, voor of na de komma. Komen deze overeen met genoemde waarden in de opgave?
- Zijn minstens alle meerkeuzevragen beantwoord?

©ThiemeMeulenhoff

Hoe zou je het nu al doen op een examen? De oriëntatietoets geeft je een eerste indruk. De antwoorden vind je op mijn.examenbundel.nl.

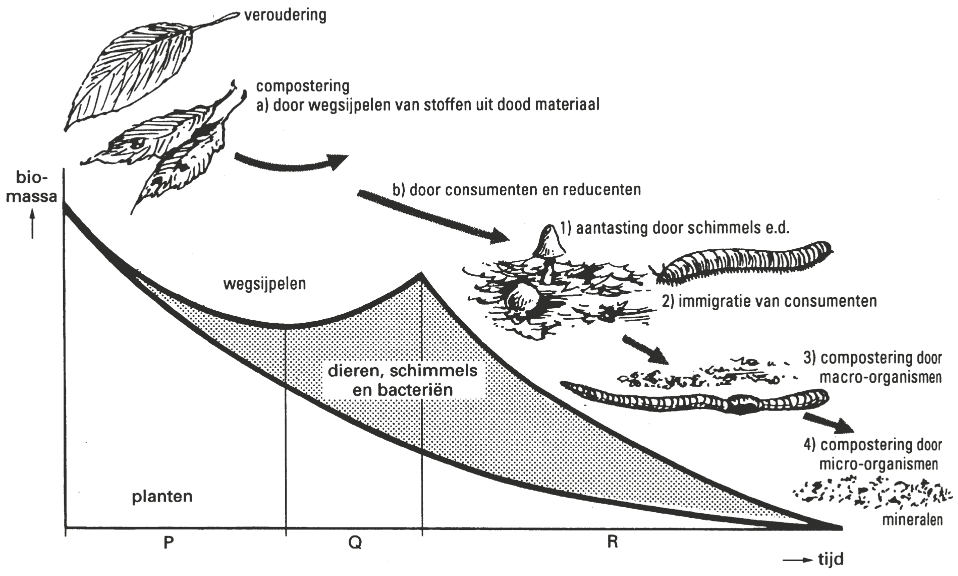
Oriëntatietoets

Oriëntatietoets

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Kringloop van stoffen

In de kringloop van stoffen op aarde speelt compostering een belangrijke rol. Bij compostering wordt uit organisch materiaal geleidelijk anorganisch materiaal gemaakt. De afbeelding hieronder geeft de compostering op het land weer, waarbij zowel de biomassa van plantaardig materiaal, als de biomassa van dieren, schimmels en bacteriën in de loop van de tijd verandert.



In de afbeelding zijn drie perioden aangegeven met de letters P, Q en R. Voor elk van deze perioden kan worden nagegaan of

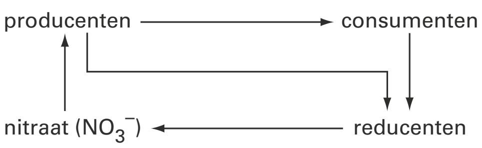
1 de totale biomassa af- of toeneemt,
2 de biomassa van het plantaardige materiaal af- of toeneemt,
3 de biomassa van dieren, schimmels en bacteriën af- of toeneemt.

3p **1** Neem onderstaande tabel over en vul in of de biomassa binnen de genoemde periode afneemt of toeneemt.

periode	biomassa		
	totaal	van planten	van dieren, schimmels, bacteriën
P	…	…	…
Q	…	…	…
R	…	…	…

Veevoer

Vroeger werd het voer voor het vee in Nederland hoofdzakelijk in ons land geproduceerd. Gedurende de laatste decennia is steeds meer veevoer ingevoerd uit andere landen. Van het eiwit in het voer dat door het vee wordt gegeten, wordt niet alles benut door het vee. Resten van dit veevoer komen met de mest in de bodem van akkers en weilanden terecht. Hierdoor is het mineraalgehalte van deze bodems tegenwoordig anders dan vroeger. Hieronder zijn in een sterk vereenvoudigd schema enkele stikstofstromen weergegeven die in Nederland voorkomen.

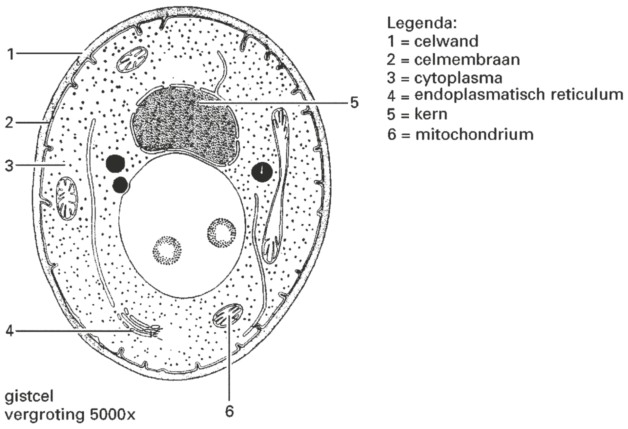


Het is niet met zekerheid te zeggen of door de beschreven veranderingen in de bodem van een weiland de groeisnelheid van de daar voorkomende producenten wel of niet toeneemt.

2p **2** Geef een argument voor de veronderstelling dat de groeisnelheid van de producenten *wel* toeneemt en een argument voor de veronderstelling dat de groeisnelheid van de producenten *niet* toeneemt.

Alcohol

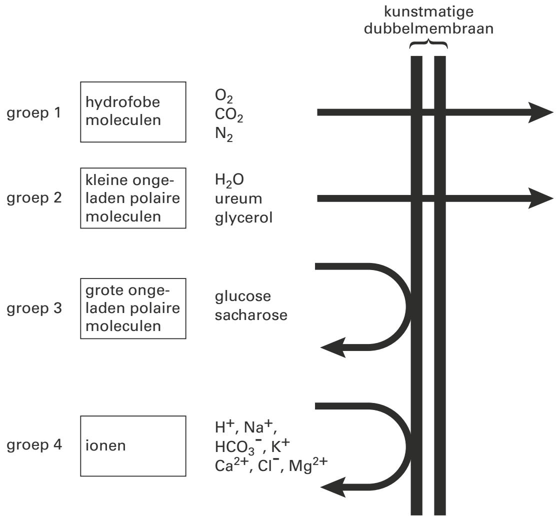
gistcel



Organismen worden in het vier-rijken-systeem (schimmels, bacteriën, planten, dieren) ingedeeld op grond van combinaties van verschillende kenmerken.

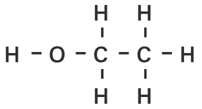
2p **3** In welk van de vier rijken wordt gist ingedeeld?
Noem een combinatie van drie kenmerken van gist die de indeling in dat rijk bepaalt.

De wijze van transport van stoffen door een celmembraan heen is afhankelijk van de grootte, de structuur en de polariteit van de moleculen en van de lading van de ionen. Bij het onderzoek van membranen maakt men gebruik van kunstmatige dubbelmembranen.
In de afbeelding hieronder is de permeabiliteit van een kunstmatige dubbelmembraan voor vier groepen van stoffen weergegeven.



bron: B. Alberts e.a., Molecular biology of the cell, New York & London, 1994, 508

De structuurformule van alcohol is



2p **4** Tot welke van deze vier groepen behoort alcohol voor wat betreft de wijze van transport door een membraan?
A tot groep 1
B tot groep 2
C tot groep 3
D tot groep 4

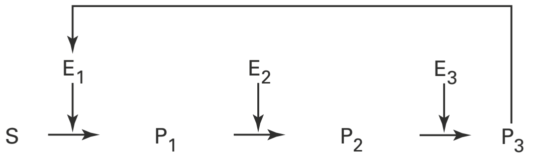
Transport en stofwisseling

Men kan ervan uitgaan dat structuren en stoffen in cellen een functie hebben. Vier leerlingen bespreken de betekenis van de stoffen water, eiwitten, DNA en fosfolipiden in cellen.

2p **5** Geef voor elk van deze stoffen een reden waarom die stof onmisbaar is in cellen.

Stofwisseling

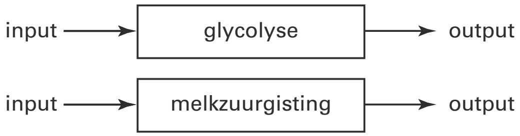
In cellen komen veel processen voor waarbij enzymen zijn betrokken. Enzymen kunnen worden geremd. Er bestaat een vorm van enzymremming waarbij het eindproduct van een reactieketen werkt als remmer van de activiteit en één van de enzymen die aan de reactieketen deelnemen. De remmende stof bindt zich aan dat enzym waardoor het enzym tijdelijk onwerkzaam wordt. De reactie tussen remstof en enzym is een evenwichtsreactie.
Hieronder is een schema van een dergelijke reactieketen weergegeven waarin E_1, E_2 en E_3 enzymen zijn en P_1 en P_2 en P_3 reactieproducten zijn.



Vier gebeurtenissen in de cel, die invloed hebben op de hoeveelheid P_3 die per tijdseenheid wordt geproduceerd, zijn:
1 het verwijderen van P_3 uit de cel,
2 omzetten van P_3 in een andere stof, die geen remstof van E_1 is,
3 afname van de concentratie van substraat S,
4 toename van de concentratie van substraat S.

2p **6** Tijdens welke van deze gebeurtenissen wordt de productie van P_3 per tijdseenheid hoger?
A alleen tijdens gebeurtenis 1
B alleen tijdens gebeurtenis 2
C alleen tijdens gebeurtenis 4
D alleen tijdens de gebeurtenissen 1 en 3
E alleen tijdens de gebeurtenissen 1, 2 en 3
F alleen tijdens de gebeurtenissen 1, 2 en 4

Processen in cellen kunnen worden voorgesteld door een zogenaamde 'black box'. De stoffen die de 'black box' ingaan, staan aan de input-kant, de stoffen die er uitgaan, staan aan de output-kant:



Voorbeelden van processen die schematisch als 'black boxes' kunnen worden weergegeven, zijn:
1 de glycolyse,
2 de melkzuurgisting.

1p **7** In welk deel van een cel van de mens vindt glycolyse plaats?

2p **8** Bij welk of bij welke van de bovengenoemde processen staat ATP aan de outputkant?
A bij geen van deze processen
B alleen bij de glycolyse
C alleen bij de melkzuurgisting
D bij de glycolyse en bij de melkzuurgisting

Eiwitten in voeding

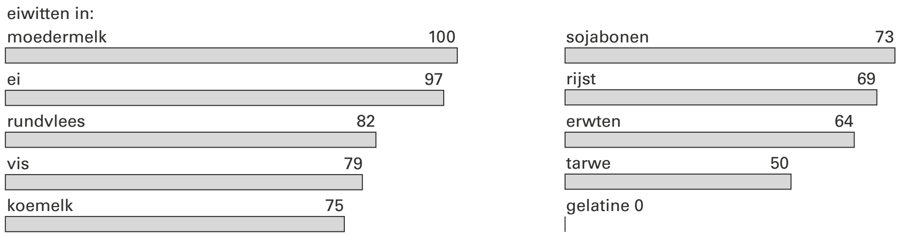
Er zijn essentiële en niet-essentiële aminozuren. Essentiële aminozuren moeten in de voeding voorkomen; niet-essentiële aminozuren kunnen in het lichaam worden gesynthetiseerd.
De eiwitkwaliteit van de voeding wordt vooral bepaald door de aanwezigheid van essentiële aminozuren. Een eiwit waarin alle essentiële en niet-essentiële aminozuren in voldoende mate voorkomen en in een onderlinge verhouding die weinig afwijkt van de aminozuursamenstelling van het lichaamseiwit, noemt men een eiwit met een hoge *biologische waarde* (BW).

Onder de tienduizenden erfelijke afwijkingen die bij de mens kunnen voorkomen, bevinden zich eiwitstofwisselingsziekten. Bij één van deze ziekten ontbreekt de synthese van een niet-essentieel aminozuur. Deze afwijking komt bij één op de 40.000 mensen voor.
Zij zijn homozygoot (gg) voor het gen dat de ziekte veroorzaakt.

2p **9** Hoe groot is dan de frequentie van het gen g?
A 0,000025
B 0,0004
C 0,005
D 0,02
E 0,05

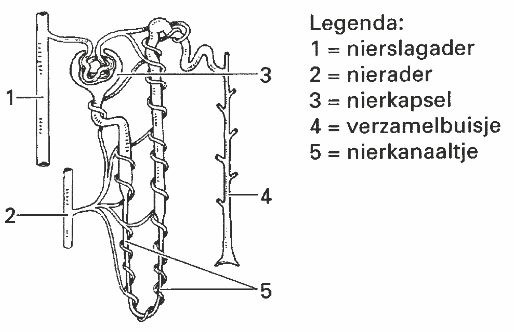
1p **10** In welk orgaan worden aminozuren gesynthetiseerd?

In het schema hieronder wordt de biologische waarde van eiwitten in een aantal voedingsmiddelen vergeleken met een voor de mens ideale combinatie van eiwitten zoals die voorkomt in moedermelk. De BW daarvan is op 100 gesteld.



2p **11** Waardoor heeft gelatine een BW van 0?
A doordat gelatine slecht verteerd wordt
B doordat gelatine voornamelijk uit essentiële aminozuren bestaat
C doordat gelatine bijna uitsluitend uit niet-essentiële aminozuren bestaat

bouw van een nier



Aminozuren worden bij gezonde personen niet met de urine uitgescheiden. In onderstaande tabel zijn de gemiddelde hoeveelheden water, glucose en ureum weergegeven die per etmaal in de voorurine en in de urine van een gezonde persoon terechtkomen.

	voorurine	urine
water	180 L	1,5 L
glucose	180 g	0 g
ureum	46 g	27 g

Over ureum in de urine worden twee beweringen gedaan.

1 De concentratie ureum in de urine wordt mede bepaald door de mate van terugresorptie van water in de nierkanaaltjes.

2 De concentratie ureum in de urine wordt mede bepaald door de mate van terugresorptie van ureum in de nierkanaaltjes.

2p **12** Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D beide beweringen

Regeling

Acetylcholine is een exciterende neurotransmitter. Er bestaan stoffen die de effecten van acetylcholine tegengaan. Onder invloed van zulke stoffen stromen extra Cl^- ionen spiervezels in, waardoor de membranen van de spiervezels enigszins worden gehyperpolariseerd. Het gevolg hiervan is dat de overdracht van actiepotentialen naar deze spiervezels wordt geremd. Een stof met deze werking is aanwezig in het slaapmiddel valium®.

De spierziekte myasthenia gravis is een auto-immuunziekte die wordt gekenmerkt door een progressieve spierzwakte. Bij patiënten met myasthenia gravis zijn er onvoldoende acetylcholinereceptoren in de synaps beschikbaar. Het gebruik van valium® als slaapmiddel wordt deze patiënten afgeraden.

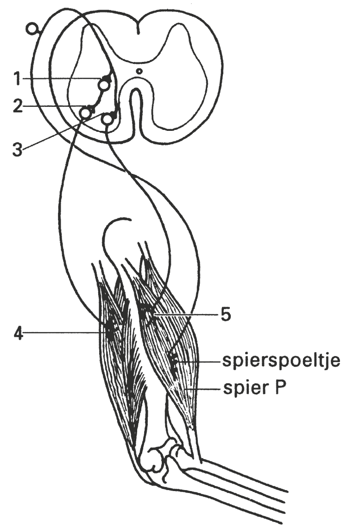
3p **13** Leg uit met behulp van bovenstaande gegevens waarom het gebruik van valium® voor deze patiënten wordt afgeraden.

Homeostase

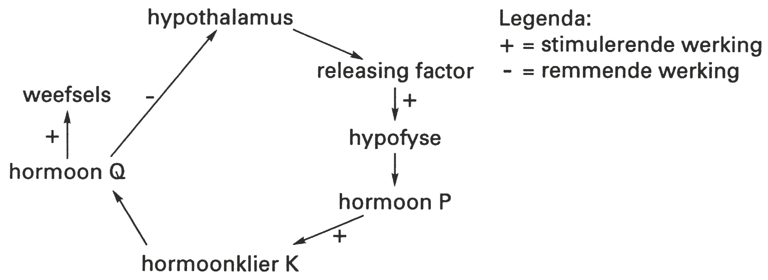
Hiernaast is schematisch weergegeven op welke wijze enkele neuronen in een bepaalde reflexboog met elkaar zijn verbonden. Door uitrekking van de spier P ontstaan impulsen in de sensorische vezel verbonden met het spierspoeltje. Daarop volgt een reflex die de spier weer in de oorspronkelijke toestand brengt.

Een aantal synapsen en schakelingen is genummerd.

1p **14** In welke van deze synapsen en schakelingen wordt tijdens deze reflex stimulerende neurotransmitter afgegeven?



In onderstaand schema is de relatie weergegeven tussen de hormoonproductie van een hormoonklier K en de reactie daarop van weefsels en organen die gevoelig zijn voor het door K geproduceerde hormoon Q. De hormonen P en Q worden in de lever afgebroken.



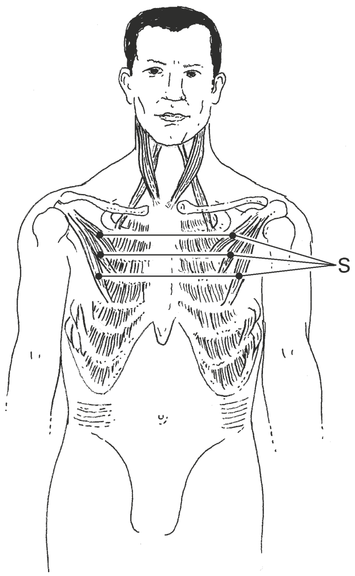
Op een bepaald moment wordt een hoeveelheid van hormonen Q in een bloedvat ingespoten.

2p **15** Wat gebeurt er met de concentratie van hormoon P nadat hormoon Q is ingespoten?

A Korte tijd na deze injectie neemt de concentratie van hormoon P af en blijft daarna gelijk.
B Korte tijd na deze injectie neemt de concentratie van hormoon P af en neemt daarna weer toe tot het oorspronkelijke niveau.
C Korte tijd na deze injectie neemt de concentratie van hormoon P toe en blijft daarna gelijk.
D Korte tijd na deze injectie neemt de concentratie van hormoon P toe en neemt daarna weer af tot het oorspronkelijke niveau.

Ademhaling

In de afbeelding zijn spiergroepen weergegeven die bij de ademhaling zijn betrokken.



2p **16** Wordt de druk in de longen lager, blijft deze gelijk of wordt deze hoger wanneer de spieren die in de afbeelding met S zijn aangegeven, zich samentrekken?
A wordt lager
B blijft gelijk
C wordt hoger

De ademhalingsfrequentie wordt onder andere beïnvloed door het CO_2 gehalte van het bloed en door het autonome zenuwstelsel. Het autonome zenuwstelsel wordt verdeeld in een orthosympatisch en een parasympatisch deel.
Vier factoren die bij de mens de ademhalingsfrequentie beïnvloeden, zijn:
1 daling van het CO_2 gehalte van het bloed;
2 stijging van het CO_2 gehalte van het bloed;
3 stijging van de impulsfrequentie in het orthosympatische deel van het autonome zenuwstelsel;
4 stijging van de impulsfrequentie in het parasympatische deel van het autonome zenuwstelsel.

2p **17** Onder invloed van welke van deze factoren neemt de ademhalingsfrequentie toe?

©ThiemeMeulenhoff

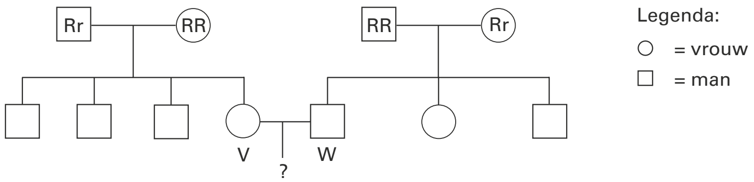
Tomaten

Bij tomaten is G het allel voor een paarse stengel en g het allel voor een groene stengel.
H is het allel voor ingesneden bladeren, h is het allel voor ‘aardappel’-bladeren.
Het gen voor kleur van de stengel en het gen voor bladvorm zijn niet gekoppeld.
In een steekproef uit een populatie die in (Hardy-Weinberg) evenwicht is, bevinden zich de volgende planten:
204 planten met paarse stengel en ingesneden bladeren,
194 planten met paarse stengel en ‘aardappel’-vormige bladeren,
102 planten met groene stengel en ingesneden bladeren,
100 planten met groene stengel en ‘aardappel’-vormige bladeren.

2p **18** Hoe groot is de frequentie van allel H (ingesneden)?
A 0,1
B 0,3
C 0,5
D 0,7
E 0,8

Prenataal onderzoek

De ziekte van Pompe wordt veroorzaakt door een autosomaal (= niet X-chromosomaal) gen.
Bij individuen met het recessieve genotype rr worden door een stoornis in de werking van de lysosomen de spieren aangetast. In de familie van een vrouw V én in de familie van een man W komt het recessieve gen (r) voor de ziekte van Pompe voor.
In onderstaand schema zijn de genotypen in de eerste generatie van beide families weergegeven.



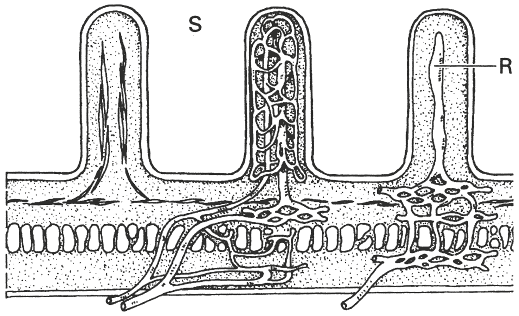
V en W krijgen samen een kind.

2p **19** Bereken de kans dat dit kind de ziekte van Pompe heeft.

©ThiemeMeulenhoff

Transport

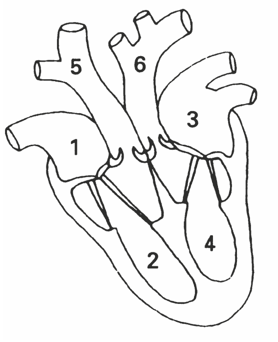
Hieronder zijn overlangse doorsneden van drie darmvlokken schematisch weergegeven. In darmvlok 1 zijn alleen spieren, in darmvlok 2 bloedvaten en lymfevaten en in darmvlok 3 alleen lymfevaten getekend. In werkelijkheid bevinden zich al deze structuren in elke darmvlok. S is de darmholte. R is een plaats in het lymfevat.



2p **20** Kunnen zich bij R stoffen bevinden die afkomstig zijn uit haarvaten in dezelfde darmvlok? En stoffen die afkomstig zijn uit de darmholte? Neem onderstaande tabel over en vul deze in.

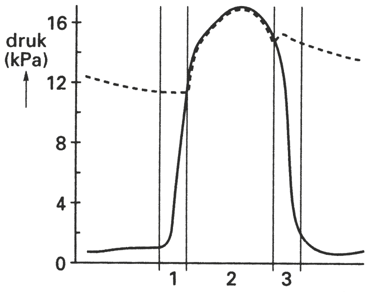
	ja/nee
stoffen uit haarvaten	…
stoffen uit darmholte	…

lengtedoorsnede van het hart



Legenda
1 = rechterboezem
2 = rechterkamer
3 = linkerboezem
4 = linkerkamer
5 = longslagader
6 = aorta

bloeddruk



Legenda:
—— drukverloop in de linker kamer
- - - - drukverloop in de aorta

In het diagram is het verloop van de bloeddruk in de linkerkamer en in het begindeel van de aorta tijdens één contractie van het hart van de mens weergegeven. Drie perioden gedurende deze hartslag zijn aangegeven met 1, 2 en 3.

2p **21** Geef van elk van de perioden aan of de kleppen aan het begin van de aorta geopend of gesloten zijn.

Hieronder zijn twee diagrammen getekend waarin de stroomsnelheid van het bloed in de grote en in de kleine bloedsomloop is weergegeven. De doorsnede van het begin van de aorta is 4 cm^2, de doorsnede van de longslagader is dan 6 cm^2.
Vier plaatsen zijn met cijfers aangegeven.

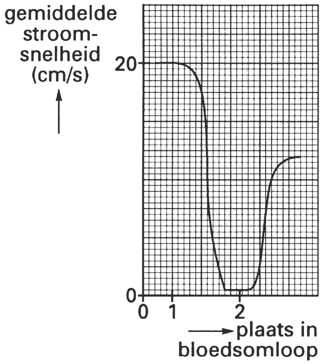


diagram 1

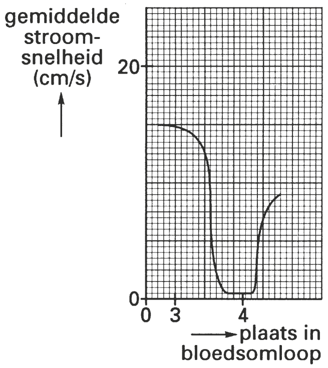


diagram 2

2p **22** Met welk cijfer is het haarvatennet van de longen aangegeven?
A met cijfer 1
B met cijfer 2
C met cijfer 3
D met cijfer 4

Kreupel herpesvirus

Een moleculaire scalpel: kreupel herpesvirus breekt agressieve huidtumor af.
Het gewone herpes simplex virus HSV, een dubbelstrengs DNA-virus, veroorzaakt onder andere de koortslip. Er bestaat echter een genetisch gemodificeerde variant, het HSV 1716, die een vitaal eiwit mist en daardoor alleen overleeft in snel delende cellen zoals kankergezwellen. Het virus vermeerdert zich ten koste van deze cellen. Met behulp van het HSV 1716 tracht men een therapie tegen een bepaald type huidkanker te ontwikkelen.
Een kwaadaardige huidkanker die ontstaat in pigmentcellen, een melanoom, kan zich bij uitzaaiing door het hele lichaam verspreiden. De injectie van het HSV 1716 in onderhuidse tumorknobbeltjes bij een groep patiënten leidde tot een afname van de tumorgrootte.
Het HSV 1716 deelde zich alleen in de tumor en werd door het immuunsysteem met rust gelaten. De patiënten hadden allemaal eerder een HSV-besmetting doorgemaakt, maar de injecties met HSV 1716 maakten geen slapende virussen wakker.

bewerkt naar: H. Dassen, Kreupel herpesvirus breekt agressieve huidtumor af, bijlage NRC, 10 maart 2001

2p **23** Het HSV 1716 nestelt zich alleen in tumorcellen door de herkenning van de cel als kankercel.
Welke cellen zijn betrokken bij de herkenning van een tumorcel?
A B-geheugencellen
B cytotoxische T-cellen
C macrofagen
D T-helpercellen

De patiënten die hebben meegedaan aan het onderzoek waren allen HSV-seropositief. Om dit te kunnen vaststellen, hebben de betrokken artsen de patiënten laten testen in het laboratorium van het ziekenhuis.

1p **24** Waarop berust een dergelijke test?

Rode roeipootkreeftjes

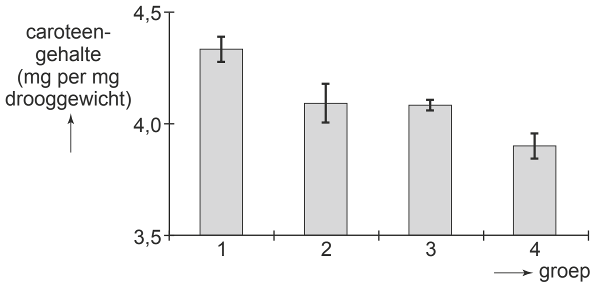
In heldere ondiepe arctische meren maken roeipootkreeftjes deel uit van een eenvoudig voedselweb met weinig vissoorten.

1p **25** Waardoor is het voedselweb in arctische meren eenvoudiger dan in bijvoorbeeld de Nederlandse meren?

De roeipootkreeftjes in de arctische meren zijn rood gekleurd door de aanwezigheid van het pigment caroteen. Aangenomen wordt dat dit een reactie is op UV-straling. Onderzocht werd of ook infochemicaliën, dat zijn stoffen die bijvoorbeeld vissen afgeven, van invloed zijn op de kleuring van de roeipootkreeftjes.
Een groot aantal gelijkgekleurde roeipootkreeftjes werd in vier groepen verdeeld. Zij werden al of niet blootgesteld aan UV-straling en al of niet in contact gebracht met infochemicaliën uit vis (zie volgende tabel).

groep	blootgesteld aan UV-straling	in water met infochemicaliën
1	X	
2	X	X
3		
4		X

Na enige tijd werd het caroteengehalte van de roeipootkreeftjes bepaald. De resultaten zijn in onderstaand diagram weergegeven.



bewerkt naar: L.A. Hansson, Induced pigmentation in zooplankton, Proc. R. Soc., volume 267, 2000, 2327-2331

4p **26** Welke twee conclusies zijn te trekken uit de resultaten van het onderzoek? Geef voor elke conclusie een verklaring die wijst op het verband met de overlevingskans van de kreeftjes.

©ThiemeMeulenhoff

Glucose, insuline en nierfunctie

Vier beweringen over de glucose- en de insulineconcentratie in het bloed bij de mens zijn:

1 Als door de dekweefselcellen van de dunne darm na een koolhydraatrijke maaltijd glucose wordt geresorbeerd, stijgt de afgifte van insuline.
2 Als iemand enkele uren niet heeft gegeten, stijgt de afgifte van insuline.
3 Als de insulineconcentratie in het bloed laag is, wordt door bepaalde organen, waaronder lever en spieren, weinig of geen glucose uit het bloed opgenomen.
4 Een hoge insulineconcentratie stimuleert de afgifte van glucose door de lever.

2p **27** Welke van deze beweringen zijn juist?
A alleen de beweringen 1 en 3
B alleen de beweringen 1 en 4
C alleen de beweringen 2 en 3
D alleen de beweringen 2 en 4
E de beweringen 1, 2 en 3
F de beweringen 2, 3 en 4

Oorsmeer

Japanse onderzoekers hebben aangetoond dat een substitutie van één nucleotide in het genoom van de mens een merkbare verandering in de viscositeit van het oorsmeer tot gevolg heeft.

Oorsmeer wordt gevormd door klieren in de uitwendige gehoorgang. Het komt bij mensen in twee vormen voor: de natte en de droge vorm.
Nat oorsmeer is bruin en plakkerig, droog oorsmeer is meer grijs van kleur en vlokkig. Het allel voor nat oorsmeer (N) is dominant over het allel voor droog oorsmeer (n).
Het verschil tussen deze twee allelen is de substitutie van één nucleotide, op plaats 538 van het ABCC11-gen van chromosoom 16. Een nucleotide met de base guanine (in allel N) is daar vervangen door een nucleotide met adenine (in allel n). Deze substitutie is een ‘niet-synonieme’ puntmutatie. Dat houdt in dat als gevolg van deze substitutie het codon waarin deze puntmutatie heeft plaatsgevonden, voor een ander aminozuur codeert dan het oorspronkelijke.

Substitutie van het derde nucleotide in het codon 5’ AGT 3’ in de coderende streng (dus niet de matrijsstreng of template streng) van een willekeurig DNAmolecuul kan een synonieme of een niet-synonieme mutatie veroorzaken.

2p **28** In welk geval betreft het hier een synonieme mutatie?
Als het laatste nucleotide van dit codon verandert in een nucleotide met de base
A adenine
B cytosine
C guanine

Het eiwit dat door het allel voor nat oorsmeer gecodeerd wordt, speelt een rol bij het transport van stoffen door membranen. Ten gevolge van slechts één ander aminozuur werkt dit genproduct niet meer.

2p **29** – Leg uit hoe de verandering van slechts één aminozuur kan leiden tot een onwerkzaamheid van dit genproduct.
– Leg uit hoe een ander type oorsmeer daarvan het gevolg kan zijn.

©ThiemeMeulenhoff

In onderstaande tabel is de nucleotidenvolgorde (alleen van de exons) in het DNA van het allel voor nat oorsmeer weergegeven. Onder de nucleotidenvolgorde is de aminozuurvolgorde weergegeven van het eiwit waarvoor dit allel codeert.

```
   1 atgactagga agaggacata ctgggtgccc aactcttctg gtggcctcgt gaatcgtggc
  61 atcgacatag gcgatgacat ggtttcagga cttatttata aaacctatac tctccaagat
 121 ggcccctgga gtcagcaaga gagaaatcct gaggctccag ggagggcagc tgtcccaccg
 181 tgggggaagt atgatgctgc cttgagaacc atgattccct tccgtcccaa gccgaggttt
 241 cctgcccccc agcccctgga caatgctggc ctgttctcct acctcaccgt gtcatggctc
 301 accccgctca tgatccaaag cttacggagt cgcttagatg agaacaccat ccctccactg
 361 tcagtccatg atgcctcaga caaaaatgtc caaaggcttc accgcctttg ggaagaagaa
 421 gtctcaaggc gagggattga aaaagcttca gtgcttctgg tgatgctgag gttccagaga
 481 acaaggttga ttttcgatgc acttctgggc atctgcttct gcattgccag tgtactcggg
 541 ccaatattga ttataccaaa gatcctggaa tattcagaag agcagttggg gaatgttgtc
 601 catggagtgg gactctgctt tgcccttttt ctctccgaat gtgtgaagtc tctgagtttc
 661 tcctccagtt ggatcatcaa ccaacgcaca gccatcaggt tccgagcagc tgtttcctcc
 721 tttgcctttg agaagctcat ccaatttaag tctgtaatac acatcacctc aggagaggcc
 781 atcagcttct tcaccggtga tgtaaactac ctgtttgaag ggtgtgcta tggacccta
 841 gtactgatca cctgcgcatc gctggtcatc tgcagcattt cttcctactt cattattgga
 901 tacactgcat ttattgccat cttatgctat ctcctggttt tcccactggc ggtattcatg
 961 acaagaatgg ctgtgaaggc tcagcatcac acatctgagg tcagcgacca gcgcatccgt
1021 gtgaccagtg aagttctcac ttgcattaag ctgattaaaa tgtacacatg ggagaaacca
1081 tttgcaaaaa tcattgaaga cctaagaagg aaggaaagga aactattgga gaagtgcggg
1141 cttgtccaga gcctgacaag tataaccttg ttcatcatcc ccacagtggc cacagcggtc
1201 tgggttctca tccacacatc cttaaagctg aaactcacag cgtcaatggc cttcagcatg
1261 ctggcctcct tgaatctcct tcggctgtca gtgttctttg tgcctattgc agtcaaaggt
1321 ctcacgaatt ccaagtctgc agtgatgagg ttcaagaagt tttcctcca ggagagccct
1381 gttttctatg tccagacatt acaagacccc agcaaagctc tggtctttga ggaggccacc
1441 ttgtcatggc aacagacctg tcccgggatc gtcaatgggg cactggagct ggagaggaac
1501 gggcatgctt ctgaggggat gaccaggcct agagatgccc tcgggccaga ggaagaaggg
1561 aacagcctgg gcccagagtt gcacaagatc aacctggtgg tgtccaaggt agccttgttc
1621 aggccacgca ggcaggccag ctgccaggct ctcaggacct ga

                "MTRKRTYWVPNSSGGLVNRGIDIGDDMVSGLIYKTYTLQDGPWS
QQERNPEAPGRAAVPPWGKYDAALRTMIPFRPKPRFPAPQPLDNAGLFSYLTVSWLTP
LMIQSLRSRLDENTIPPLSVHDASDKNVQRLHRLWEEEVSRRGIEKASVLLVMLRFQR
TRLIFDALLGICFCIASVLGPILIIPKILEYSEEQLGNVVHGVGLCFALFLSECVKSL
SFSSSWIINQRTAIRFRAAVSSFAFEKLIQFKSVIHITSGEAISFFTGDVNYLFEGVC
YGPLVLITCASLVICSISSYFIIGYTAFIAILCYLLVFPLAVFMTRMAVKAQHHTSEV
SDQRIRVTSEVLTCIKLIKMYTWEKPFAKIIEDLRRKERKLLEKCGLVQSLTSITLFI
IPTVATAVWVLIHTSLKLKLTASMAFSMLASLNLLRLSVFFVPIAVKGLTNSKSAVMR
FKKFFLQESPVFYVQTLQDPSKALVFEEATLSWQQTCPGIVNGALELERNGHASEGMT
RPRDALGPEEEGNSLGPELHKINLVVSKVALFRPRRQASCQALRT"
```

2p **30** – Leid uit de gegevens in de tabel af of de nucleotidenvolgorde is weergegeven van de coderende streng of van de daaraan complementaire matrijsstreng (template streng) van het gen.
– Wordt deze streng gebruikt voor transcriptie?

	weergave	gebruikt voor transcriptie?
A	de coderende streng	ja
B	de coderende streng	nee
C	de matrijsstreng	ja
D	de matrijsstreng	nee

Met behulp van de gegevens in de inleiding en in de tabel kan bepaald worden welk aminozuur, als gevolg van de beschreven puntmutatie in allel N, in het genproduct vervangen wordt door een ander aminozuur.

2p **31** Welk aminozuur wordt vervangen in het genproduct?
A arginine
B glycine
C proline
D threonine
E valine

De Japanse genetici onderzochten een persoon Q die voor het gen voor oorsmeer heterozygoot was, en droog oorsmeer maakte. Eén van de allelen voor oorsmeer van persoon Q had een deletie van 27 nucleotiden (D27) aan de 3' kant van plaats 538. De onderzoekers veronderstelden dat daardoor het translatieproduct van dit allel onwerkzaam zou zijn.

1p **32** Waardoor produceert persoon Q dan droog oorsmeer?

In onderstaand schema zijn van drie ouderparen de genotypes, wat betreft de ABCC11 allelen in chromosoom 16, schematisch weergegeven. De afkortingen G en A staan voor respectievelijk Guanine en Adenine op plaats 538. Met een – teken wordt de deletie D27 in dit gen aangegeven en met een + teken de intacte nucleotidenvolgorde.

1	vader G^+G^-	×	moeder G^+G^-
2	vader G^+A^+	×	moeder G^-A^+
3	vader G^-A^+	×	moeder A^+A^+

2p **33** Welke combinatie geeft of welke combinaties geven mogelijk de ouders van persoon Q weer?
A alleen 1
B alleen 2
C alleen 3
D 1 en 2
E 1 en 3
F 2 en 3

Evolutietheorie

Darwin gebruikte bij het opstellen van zijn evolutietheorie het begrip 'survival of the fittest'. Deze uitdrukking wordt meestal vertaald met 'het overleven van de sterksten'.

2p **34** Welke van de onderstaande individuen worden in deze uitdrukking bedoeld met 'de sterksten'?
A De individuen bij wie de verhouding oppervlakte/inhoud het grootst is.
B De individuen die de meeste kracht kunnen leveren.
C De individuen die de meeste nakomelingen krijgen.
D De individuen die het langste leven.
E De individuen van de soorten die boven in de voedselpiramide staan.

©ThiemeMeulenhoff

Examenopgaven per onderwerp met hints om je op weg te helpen en uitleg bij de antwoorden. Ook handig bij de voorbereiding op je schoolexamens!

Deel 1 Oefenen op onderwerp

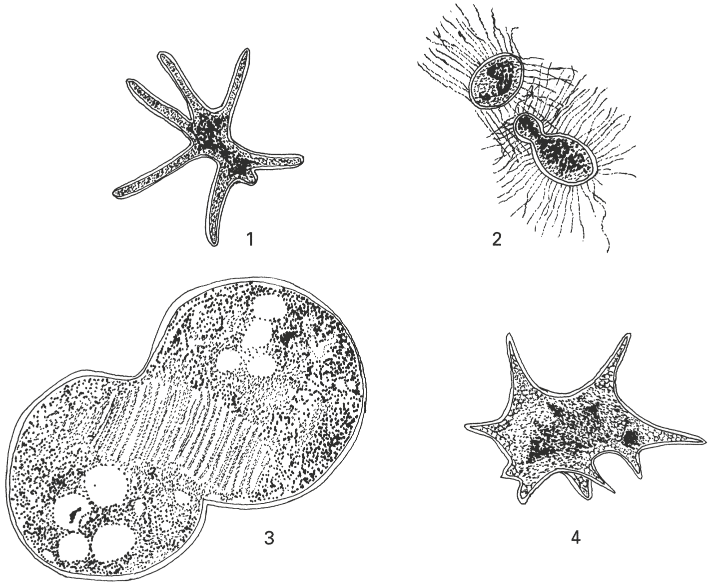
1 Cellen, organen en orgaanstelsels

Caulobacter

Binnen het rijk van de bacteriën wordt een groep onderscheiden die de prosthecate bacteriën wordt genoemd. Tot deze groep behoren alle bacteriegenera die één prostheca of meer prosthecae bezitten. Een prostheca is een uitsteeksel van een cel dat cytoplasma bevat en dat omgeven is door de celwand van die cel.

In afbeelding 1 zijn vier tekeningen van foto's van elektronenmicroscopische opnamen van bacteriën weergegeven.

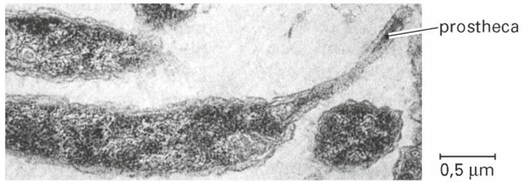
afbeelding 1



1 Welke van deze tekeningen geven een bacterie uit de groep van de prosthecate-bacteriën weer?
A alleen 1 en 3
B alleen 1 en 4
C alleen 2 en 4
D alleen 1, 2 en 3
E alleen 2, 3 en 4
F 1, 2, 3 en 4

Afbeelding 2 is een elektronenmicroscopische foto van een deel van een Caulobacter-bacterie.

afbeelding 2



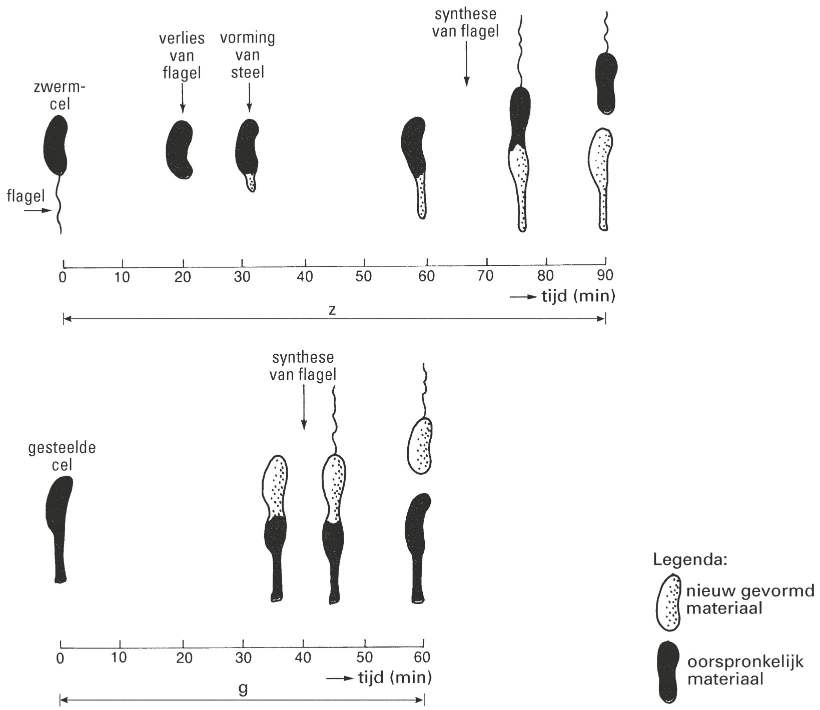
bron: Th.D. Brock & M.T. Madigan, Biology of microorganisms, Englewood Cliffs, 1991, 736

Uit afbeelding 2 is af te leiden hoeveel maal de Caulobacter-bacterie op deze foto is vergroot.

2 Bereken de vergrotingsfactor van deze foto.

Bacteriën van het genus Caulobacter hebben gedurende een deel van hun levenscyclus een prostheca. Caulobacter deelt zich op een bijzondere wijze. Bij de celdeling van de meeste bacteriën ontstaan uit één moedercel twee gelijke dochtercellen. Bij Caulobacter ontstaan bij de celdeling uit één moedercel twee ongelijke dochtercellen. Deze twee dochtercellen worden ‘zwermcel’ en ‘gesteelde cel’ genoemd.
In afbeelding 3 is weergegeven op welke wijze een zwermcel zich deelt (periode z) en op welke wijze een gesteelde cel zich deelt (periode g). Caulobacter verspreidt zich door middel van de zwermcellen. Gesteelde cellen blijven op de plek waar ze met de steel (prostheca) zijn vastgehecht.

afbeelding 3



bron: Th.D. Brock & M.T. Madigan, Biology of microorganisms, Englewood Cliffs, 1991, 737

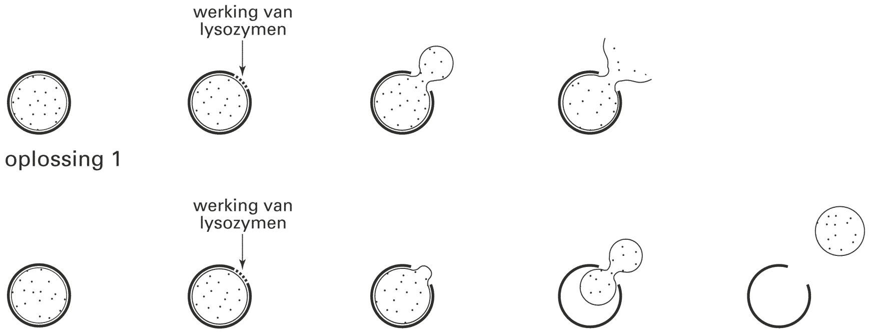
Periode z, die met een zwermcel begint, duurt langer dan periode g, die met een gesteelde cel begint. Over dit verschil in duur van de perioden worden de volgende beweringen gedaan.
1 Periode z duurt langer, doordat in deze cel meer DNA gesynthetiseerd wordt.
2 Periode z duurt langer, doordat de zwermcel een steel vormt voor hij zich deelt.
3 Periode z duurt langer, doordat de zwermcel tijdens de deling een flagel vormt.

3 Welke van deze beweringen geeft een juiste verklaring voor de langere duur van de periode z?
A bewering 1
B bewering 2
C bewering 3

Bacteriën

In een experiment worden bacteriën van dezelfde soort in twee oplossingen (1 en 2) met een verschillende osmotische waarde gelegd. In afbeelding 4 is het experiment schematisch weergegeven. Er is aangegeven wat in beide oplossingen met een bacterie gebeurt.
De oplossingen bevatten gelijke hoeveelheden lysozymen. Lysozymen zijn enzymen die de wand van een bacterie aantasten.
In beide oplossingen komt de bacterie-inhoud vrij. In oplossing 1 barst de celmembraan, in oplossing 2 niet. De bacterie-inhoud is niet isotonisch met één van beide oplossingen.

afbeelding 4



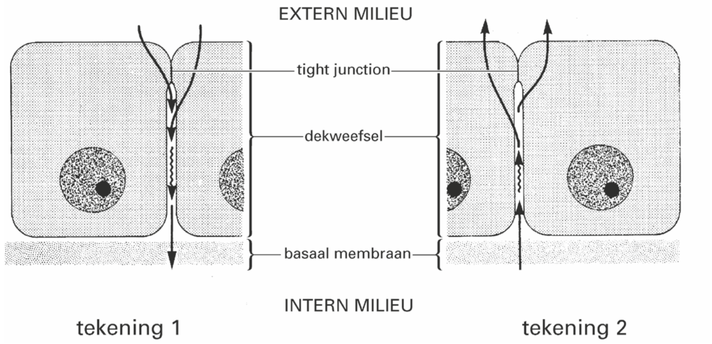
bewerkt naar: Th.D. Brock & M.T. Madigan, Biology of microorganisms, Englewood Cliffs, 1991, 60

4 Waardoor barst de celmembraan in oplossing 1 wel en in oplossing 2 niet?
A Doordat de osmotische waarde van oplossing 1 hoger is dan die van oplossing 2 en hoger dan die van de bacterie.
B Doordat de osmotische waarde van oplossing 1 hoger is dan die van oplossing 2, maar lager dan die van de bacterie.
C Doordat de osmotische waarde van oplossing 1 lager is dan die van oplossing 2, maar hoger dan die van de bacterie.
D Doordat de osmotische waarde van oplossing 1 lager is dan die van oplossing 2 en lager dan die van de bacterie.

Transport

In afbeelding 5 zijn de twee mogelijke transportrichtingen van stoffen door dekweefselcellen in het lichaam schematisch weergegeven. Tot het externe milieu worden die ruimten in het lichaam gerekend die – zonder dat een celmembraan hoeft te worden gepasseerd – in verbinding staan met de buitenwereld.

afbeelding 5



bron: L.C. Junquiera & J. Carneiro, Functionele histologie, Utrecht, 1981, 84

De celmembranen van de dekweefselcellen zijn met elkaar verbonden door een 'tight junction'. Over de functie van de tight junction zoals die uit afbeelding 5 is af te leiden, worden drie beweringen gedaan.

1 Door de aanwezigheid van de tight junction ontstaan compartimenten in de cellen.
2 Door de aanwezigheid van de tight junction wordt diffusie van stoffen in de cellen onmogelijk gemaakt.
3 Door de aanwezigheid van de tight junction wordt selectie van stoffen die tussen intern en extern milieu worden uitgewisseld, mogelijk gemaakt.

5 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C alleen bewering 3
D alleen de beweringen 1 en 2
E alleen de beweringen 2 en 3
F de beweringen 1, 2 en 3

Enkele transportprocessen zijn:

1 de afgifte van hormonen aan het bloed,
2 de opname van vitamines uit de holte van de dunne darm,
3 de opname van glucose uit de holte van de dunne darm,
4 de afgifte van stoffen uit het bloed aan een nierkanaaltje,
5 de afgifte van melkzuur uit spierweefsel aan het bloed.

Van sommige van deze transportprocessen kan de richting worden voorgesteld met een schema volgens tekening 1 of volgens tekening 2 in afbeelding 5.

tabel 1

	proces(sen)
tekening 1	....
tekening 2	....

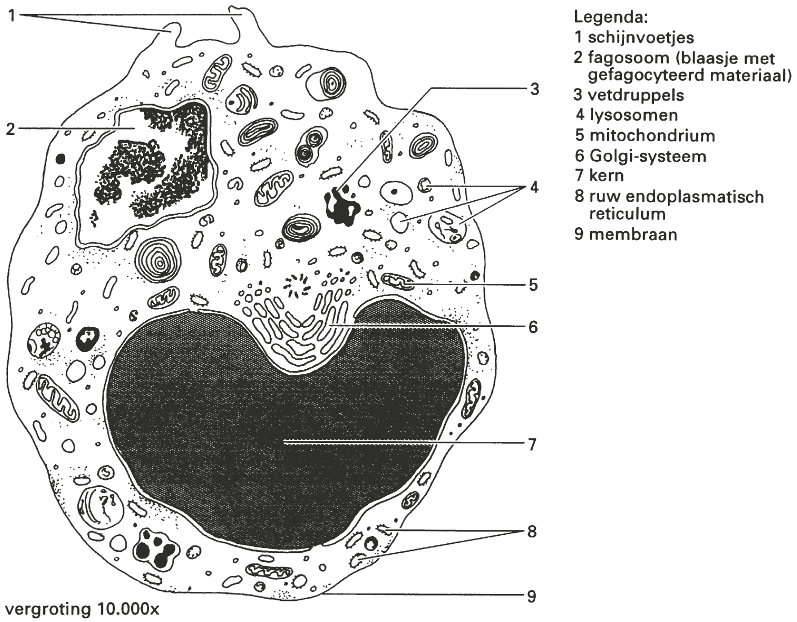
6 Vul tabel 1 in. Welk van de genoemde processen kan of welke kunnen door tekening 1 uit afbeelding 5 worden voorgesteld? En welk of welke door tekening 2?

Cellen

Afbeelding 6 geeft een macrofaag weer. Macrofagen zijn witte bloedcellen die door fagocytose bacteriën en dode cellen in het lichaam opruimen. Bij het opruimen van een deeltje vindt een aantal processen plaats. Deze processen zijn in willekeurige volgorde:

1 versmelten van een fagosoom en een lysosoom,
2 vorming van verterende enzymen,
3 vorming van een lysosoom,
4 exocytose (= afgeven buiten de cel) van onverteerde resten,
5 enzymatische vertering van het opgenomen deeltje,
6 transport van verterende enzymen van de plaats van vorming naar de plaats van vorming van het lysosoom.

afbeelding 6



7 In welk van de in afbeelding 6 benoemde delen vindt proces 2 plaats? En proces 3?

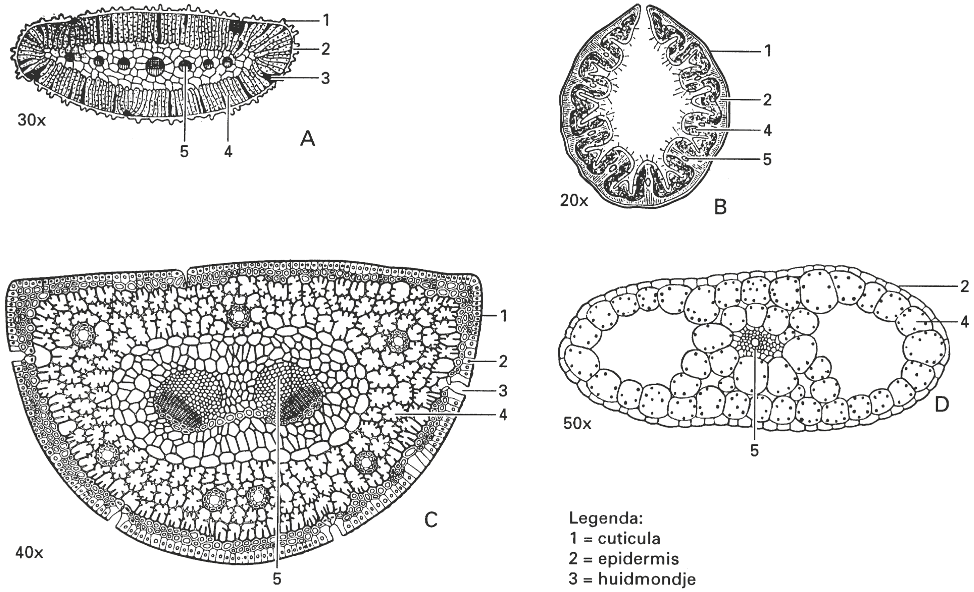
Een bacterie is in een fagosoom opgenomen.

8 Geef de juiste volgorde waarin de processen 1 tot en met 6 plaatsvinden te beginnen met proces 2.

In sloot en plas

Ondergedoken waterplanten die in sloten en plassen leven, zijn aangepast aan het milieu onder water. Dit is onder meer te zien aan de bouw van de bladeren van ondergedoken waterplanten. In afbeelding 7 zijn vier dwarsdoorsneden van bladeren van verschillende soorten planten gegeven. De planten zijn in willekeurige volgorde: een ondergedoken waterplant, een naaldboom, een grassoort en een uitheemse soort.

afbeelding 7



Legenda:
1 = cuticula
2 = epidermis
3 = huidmondje
4 = parenchym
5 = vaatbundel

9 Welk van deze bladeren is het blad van een ondergedoken waterplant?
Noem twee kenmerken van de bouw van het blad waaraan je dat kunt zien.

Orgaanschade bij sikkelcelanemie

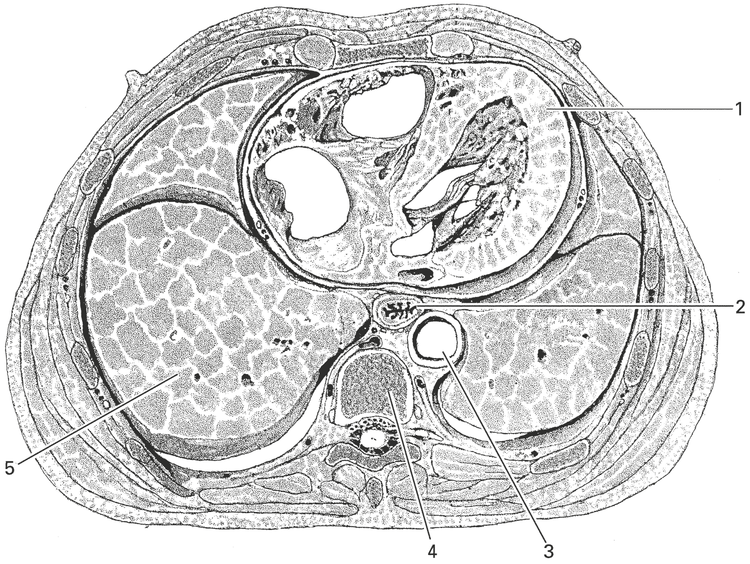
Normaal hemoglobine is goed oplosbaar. Het afwijkende hemoglobine vormt in zuurstofarme omstandigheden lange ketens van onoplosbare hemoglobinepolymeren, waardoor de rode bloedcel de karakteristieke sikkelvorm krijgt. Sikkelvormige bloedcellen zijn minder flexibel en kunnen in allerlei organen verstoppingen in de haarvaten veroorzaken. Als dit optreedt spreekt men van een ‘crisis’ die voor sikkelcelpatiënten zeer pijnlijk kan zijn. Door sikkelvormige rode bloedcellen kunnen organen beschadigd raken.

10 Beschrijf hoe deze orgaanschade ontstaat.

Menselijk lichaam

In afbeelding 8 is een dwarsdoorsnede van het bovenlichaam van de mens getekend. De afbeelding geeft een onderaanzicht weer.

afbeelding 8



bron: Ray Poritsky, Cross-sectional Anatomy to Color and Study, Philadelphia etc., 1996, section 29

Delen van het lichaam van de mens zijn (in alfabetische volgorde):

aorta	rechterboezem
interpleurale ruimte	rechterkamer
linkerboezem	rechterlong
linkerkamer	ribben
linkerlong	ruggenmerg
luchtpijp	borstwervel
middenrif	slokdarm

Vijf van deze delen zijn in afbeelding 8 met cijfers aangegeven.

11 Neem tabel 2 over en geef bij elk cijfer de naam van het aangegeven deel.

tabel 2

cijfer in afbeelding 8	deel van het lichaam
1	
2	
3	
4	
5	

12 Noem drie weefseltypen die voorkomen in een longkwab.

Celstrekking

Drie transportprocessen door celmembranen zijn:
1 actief ionentransport;
2 endocytose van organische stoffen;
3 osmose.

13 Welke twee van deze transportprocessen vinden achtereenvolgens plaats bij celstrekking?
A 1 en daarna 2
B 2 en daarna 1
C 1 en daarna 3
D 3 en daarna 1
E 2 en daarna 3
F 3 en daarna 2

Maagonderzoek op Helicobacter pylori

De bacterie *H. pylori* produceert het enzym urease, dat ureum omzet in ammoniak en CO_2. Een snelle test om te onderzoeken of iemand besmet is met de bacterie, de ^{13}C-ureum ademtest, is hierop gebaseerd.
De proefpersoon krijgt, na een controle-ademmeting, een drankje met ureum dat gelabeld is met de koolstofisotoop ^{13}C. Een half uur later wordt het gehalte ^{13}C in de uitgeademde lucht bepaald.
Bij een andere test wordt een stukje weefsel (biopt) uit de maag weggehaald, waarna de *H. pylori*-bacterie in een kweek kan worden onderzocht.

14 Beredeneer dat bij mensen die onderzocht worden op de aanwezigheid van *H. pylori* in de maag:
- in eerste instantie de ^{13}C-ureum ademtest of een dergelijke methode gebruikt wordt;
- maar dat daarna ook een maagbiopt wordt onderzocht.

Hints bij hoofdstuk 1

1 Elk uitsteeksel moet een celwand hebben. Het antwoord alleen 1, 3 en 4 zit er niet bij.
2 Het streepje naast de foto is 7 mm.
3 Wanneer worden steel en flagel gevormd?
4 Als de omgeving een hogere osmotische waarde heeft, wordt de celinhoud kleiner.
5 Waar precies zit de ‘tight junction’ (binnen of buiten de cel)?
6 Welke plaatsen in het lichaam behoren tot het externe milieu?
7 Hoe heten de organellen waar de eiwitsynthese zich afspeelt? Een lysosoom is een blaasje.
8 Het verband tussen eiwit/enzymsynthese en de vorming van lysosomen door het Golgi-systeem wordt in BiNaS en ScienceData afgebeeld.
9 Ondergedoken plantendelen hebben geen bescherming tegen uitdroging nodig.
10 De sikkelcellen verstoppen haarvaten.
11 De afbeelding geeft een onderaanzicht weer, dus het hoofd zit er nog ‘achter’.
12 Kijk in BiNaS of ScienceData.
13 Water volgt ionen die een semi-permeabel membraan passeren.
14 Een van de twee onderzoeken is veel minder belastend.

Uitwerkingen bij hoofdstuk 1

Caulobacter

1 **B** In tekening 1 zijn zes uitsteeksels te zien die omgeven zijn door de celwand. De uitsteeksels bij tekening 2 liggen buiten de celwand; het zijn geen prosthecae. Tekening 3 geeft een delende cel weer. Bij tekening 4 zijn negen prosthecae te zien.

2 De meetwaarde (streepje van 0,5 μm) is 7 mm.
De vergrotingsfactor is 7 x 1000 : 0,5 = 14.000.
Liniaal gebruiken; 1 mm = 1000 μm.

3 **B** De zwermcel vormt een steel. Deze is bij de gesteelde cel al aanwezig.
Bij de celdeling wordt DNA verdubbeld. In de zwermcel wordt dan evenveel DNA gesynthetiseerd als in de gesteelde cel. Ook de vorming van een flagel vindt bij beide celtypen plaats.

Bacteriën

4 **D** In oplossing 1 neemt de inhoud van de bacterie toe. De bacterie heeft door osmose vocht opgenomen; dus de osmotische waarde van oplossing 1 is lager dan die van de bacterie.
De inhoud van de bacterie in oplossing 2 wordt kleiner. De osmotische waarde van oplossing 2 is dus iets hoger dan die van de bacterie aan het begin van het experiment.
Liniaal gebruiken.

Transport

5 **C** Door de tight junction is transport van grotere moleculen via de intercellulaire ruimte niet mogelijk. Transport tussen intern en extern milieu is dan alleen mogelijk via de cel(membranen) waarbij selectie van stoffen kan plaatsvinden.
De tight junction is een verbinding tussen de buitenzijden van celmembranen, daardoor ontstaan geen (extra) compartimenten in de cellen.
Diffusie van kleine moleculen zoals O_2 en CO_2 vindt plaats door alle celmembranen.
Een eventuele vermindering van de diffusie door het membraandeel met tight junction zal daar weinig invloed op hebben.

6

	proces(sen)
tekening 1	2, 3
tekening 2	4

Hormonen gaan niet naar het externe milieu. De holte van de dunne darm en die van een nierkanaaltje behoren tot het extern milieu.

Cellen

7 proces 2 in het ruw endoplasmatisch reticulum / 8, proces 3 in het golgi-systeem / 6.
Enzymen zijn (grotendeels) eiwitten. Eiwitten worden gevormd aan de ribosomen met behulp van informatie uit mRNA. De ribosomen waaraan proces 2 (vorming van verterende enzymen) plaatsvindt, bevinden zich op het endoplasmatisch reticulum.
Een lysosoom wordt gevormd door afsnoering van een dictyosoom. Dictyosomen zijn blaasjes die gezamenlijk het golgi-systeem vormen. (BiNaS 79D, ScienceData 14.3de)

 ©ThiemeMeulenhoff

8 De volgorde is: 2 – 6 – 3 – 1 – 5 – 4.
Nadat een bacterie door fagocytose (insluiting door het celmembraan) in een macrofaag is opgenomen, wordt deze in een fagosoom verteerd. Deze vertering is mogelijk doordat bovengenoemde processen achtereenvolgens plaatsvinden.

9 Blad D. Voorbeelden van te noemen kenmerken:
- ontbreken van huidmondjes
- ontbreken van een (dikke) cuticula
- aanwezigheid van (lucht)holtes.

Huidmondjes hebben een functie bij gaswisseling (van O_2 en CO_2), die door de cuticula (waslaag) onvoldoende aan het bladoppervlak kan plaatsvinden. De cuticula voorkomt uitdroging van de bladeren. Omdat onder water geen uitdroging plaatsvindt, hebben ondergedoken waterplanten geen cuticula. De CO_2 kan uit het water worden opgenomen via het gehele oppervlak: ondergedoken waterplanten hebben dan ook geen huidmondjes (zie BiNaS 91A , ScienceData 17.2).
Zowel blad A, B, als C hebben een cuticula en huidmondjes.
Blad A is van een (sub)tropische soort en heeft een dikke cuticula.
Blad B is van een grassoort dat oprolt bij droogte.
Blad C is van een naaldboom, bv. een den.
Ondergedoken waterplanten hebben vaak luchtholtes voor het drijfvermogen en zuurstofvoorziening van de wortels.

Orgaanschade bij sikkelcelanemie

10 De sikkelcellen lopen vast in haarvaatjes/bloedvaten in een orgaan waardoor als gevolg van gebrek aan voedingsstoffen/zuurstof weefsel kan beschadigen/afsterven.

Menselijk lichaam

11

cijfer in afbeelding 8	deel van het lichaam
1	linkerkamer
2	slokdarm
3	aorta
4	borstwervel
5	rechter long

De doorsnede is een onderaanzicht van de borstkas. De kleinere linkerlong is rechts te zien. Ook de dikkere linker hartkamerwand en de aortadoorsnede naast de luchtpijp zijn daardoor rechts te zien. Een borstwervel is een ruggenwervel op borsthoogte; er zitten ribben aan vast.

12 *Drie van de volgende weefseltypen:*
- dekweefsel
- spierweefsel
- zenuwweefsel
- bindweefsel
- kraakbeen

Longen staan getekend in BiNaS 83A, ScienceData 21.2. Daarbij staan een aantal weefsels aangegeven.
Let op dat je geen onderdeel noemt dat uit meer dan één type cellen bestaat.

©ThiemeMeulenhoff

Celstrekking

13 **C** Celstrekking vindt plaats door turgor, druk van de cel op de celwand, waardoor deze uitgerekt wordt. Turgor is het gevolg van osmose, opname van water die groter wordt als de concentratie van vooral ionen in een cel toeneemt.
Endocytose betreft opname van stoffen in een cel via blaasjes, die van de celmembraan naar binnen worden afgesnoerd. Organische stoffen hebben minder of geen invloed op osmose, omdat organische moleculen groter zijn en meestal in lagere concentraties voorkomen.

Maagonderzoek op Helicobacter pylori

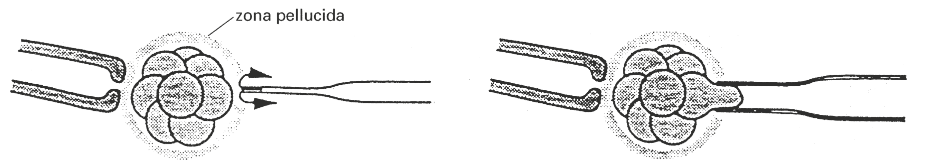
14
- Om te onderzoeken of iemand besmet is met de bacterie, is de eenvoudige ademtestmethode voldoende / heeft een minder invasieve (belastende, pijnlijke) methode de voorkeur.
- Bij dit onderzoek ging het om het analyseren van het DNA van de maagzweerbacteriën, en die zullen zijn verkregen uit een maagbiopt / en daarvoor is een bacteriekweek nodig.

©ThiemeMeulenhoff

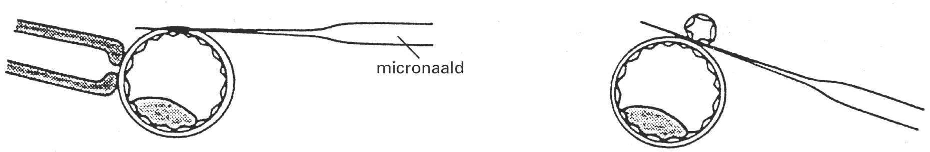
2 Voortplanting en ontwikkeling

Erfelijke afwijkingen

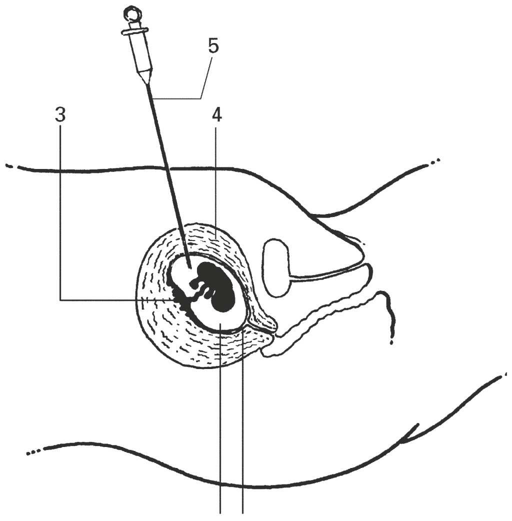
afbeelding 1 **vroege biopsie, late biopsie, vruchtwaterpunctie**



Vroege biopsie: Het pre-embryo in het achtcellig stadium wordt vastgehouden met een pipet, terwijl via een tweede pipet met een zuur medium een kleine opening wordt gemaakt in de zona pellucida. Vervolgens wordt door de opening met een derde pipet één cel weggezogen.



Late biopsie: Met een micronaald wordt een sneetje gemaakt in de zona pellucida van een blastocyst stadium. Vervolgens wordt de ontstane uitstulping weggenomen met een pipet.



vruchtwaterpunctie

Legenda:
1 = vruchtwater
2 = vruchtvliezen
3 = vlokken/placenta
4 = baarmoeder
5 = holle naald waardoor weefselvocht wordt opgezogen

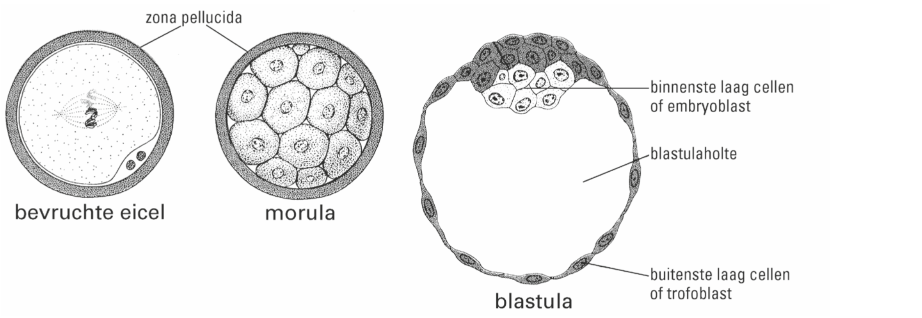
De volgende methoden worden gebruikt om een eventuele erfelijke afwijking bij een embryo vast te stellen:
1 de ‘vroege biopsie’
2 de ‘late biopsie’
3 de vruchtwaterpunctie
Een echtpaar zoekt argumenten op basis waarvan het kan kiezen uit deze methoden.
1 Geef voor methode 1 een medisch-biologisch argument om die methode *wel* toe te passen *óf* een medisch-biologisch argument om die methode niet toe te passen. Geef aan of je argument vóór of tegen toepassing is.
Doe hetzelfde voor methode 2 en voor methode 3.
Je argumenten moeten verschillend zijn.

©ThiemeMeulenhoff

In-vitrofertilisatie

Bij in-vitrofertilisatie (IVF) worden eicellen buiten het lichaam bevrucht door spermacellen. Een bevruchte eicel ontwikkelt zich en wordt vervolgens meestal in een meercellig stadium, bijvoorbeeld in het morulastadium, in de baarmoeder geïmplanteerd.
In afbeelding 2 zijn drie embryonale stadia, waaronder de morula, weergegeven.

afbeelding 2



bron: T.W. Sadler, Langman's medische embryologie, Utrecht/Antwerpen, 1988, 30-31

De voorkeur voor implantatie van embryo's in het morulastadium berust op de mening dat andere stadia minder geschikt zijn voor implantatie.

2 Noem een reden waarom men een bevruchte eicel minder geschikt vindt voor implantatie in de baarmoeder.
En noem een andere reden waarom men een blastula minder geschikt vindt voor implantatie in de baarmoeder.

Er worden meestal meer eicellen bevrucht dan er uiteindelijk worden gebruikt voor implantatie. De meningen over wat men kan en mag doen met de niet-gebruikte embryo's zijn verdeeld. Sommige onderzoekers zijn van oordeel dat deze niet-gebruikte embryo's voor wetenschappelijk onderzoek kunnen worden benut. Anderen zijn van oordeel dat niet-gebruikte embryo's nooit voor wetenschappelijk onderzoek mogen worden toegepast.
In deze discussie worden ethische, godsdienstige en natuurwetenschappelijke argumenten door elkaar heen gebruikt.

3 Welk van deze standpunten moet je kiezen als je alleen natuurwetenschappelijke argumenten wilt gebruiken? Geef een natuurwetenschappelijk argument voor het standpunt dat je hebt gekozen.

Een studente noemt vier criteria waarop, voorafgaande aan de implantatie, de levensvatbaarheid van een embryo zou kunnen worden vastgesteld:

1 de aanwezigheid van delende kernen;
2 de beweeglijkheid van het embryo;
3 de grootte van de cellen;
4 het aantal mitochondriën per cel.

4 Welk van deze criteria geeft de meeste informatie over de kans op een succesvolle ontwikkeling van het embryo?
A criterium 1
B criterium 2
C criterium 3
D criterium 4

©ThiemeMeulenhoff

Vruchtbaarheid

Het komt voor dat een vrouw ook vóór de menopauze geen kinderen kan krijgen. Als zowel de man als de vrouw genoeg gezonde voorplantingscellen produceren, is het tegenwoordig mogelijk de bevruchting buiten het lichaam van de vrouw te laten plaatsvinden. Men spreekt dan van IVF (in-vitrofertilisatie). Eicellen van de vrouw worden operatief uit één van de eierstokken gehaald en buiten het lichaam bevrucht. Na bevruchting ontwikkelen zich jonge embryo's. Enkele van deze embryo's worden in de baarmoeder van de vrouw ingeplant.
Na 9 maanden kunnen één of meer 'reageerbuisbaby's' op de normale wijze geboren worden.

De volgende verschijnselen bij de vrouw kunnen ongewenste kinderloosheid tot gevolg hebben:

1 Tijdens het begin van de zwangerschap wordt het baarmoederslijmvlies afgestoten.
2 In de eileiders zijn verstoppingen aanwezig die de doorgang voor een eicel blokkeren.
3 Er treedt een sterke afweerreactie op tegen het embryo.

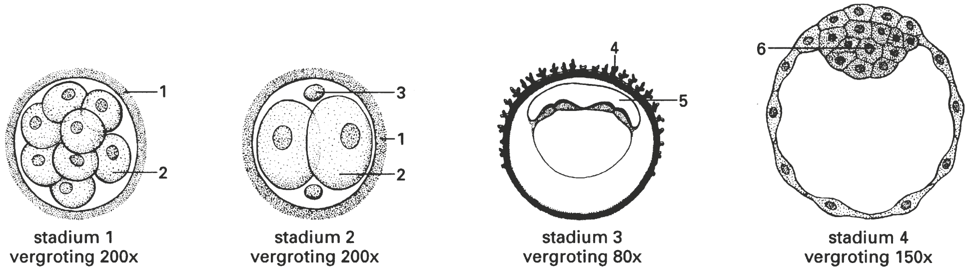
5 Bij welke van deze afwijkingen is de beschreven IVF-behandeling voor de vrouw mogelijk een oplossing om toch zwanger te worden?
A bij verschijnsel 1
B bij verschijnsel 2
C bij verschijnsel 3

Na IVF is het mogelijk om alleen mannelijke of alleen vrouwelijke embryo's in de baarmoeder in te planten.

6 Ben je ervoor of ertegen dat deze mogelijkheid in de praktijk wordt toegepast? Noem een biologisch argument waarop je standpunt is gebaseerd.

In afbeelding 3 zijn in willekeurige volgorde vier verschillende stadia van de embryonale ontwikkeling weergegeven.

afbeelding 3



Legenda:
1 zona pellucida
2 cel
3 poollichaampje
4 trofoblast
5 amnionholte
6 binnenste celmassa

7 Uit welke van de getekende stadia kan een eeneiige tweeling ontstaan?
A alleen tijdens stadium 2
B alleen tijdens stadia 1 en 2
C alleen tijdens de stadia 1 en 4
D alleen tijdens de stadia 3 en 4
E alleen tijdens de stadia 1, 2 en 3
F tijdens de stadia 1, 2, 3 en 4

©ThiemeMeulenhoff

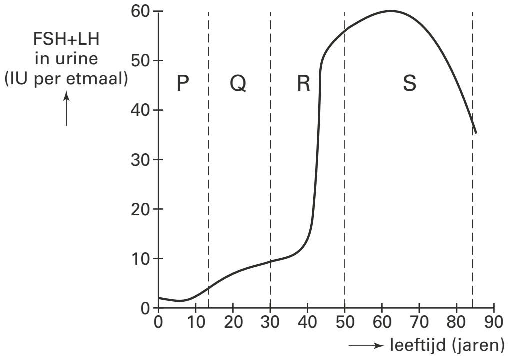
Geslachtsorganen

Cellen nemen uit het bloed stoffen op die worden gebruikt voor de synthese van celmateriaal. De opname van stoffen (per gram weefsel per maand) door cellen in verschillende organen van het voortplantingsstelsel van een vrouw van twintig jaar wordt vergeleken. De vrouw is niet in verwachting.
Enkele organen (van het voortplantingsstelsel) zijn: baarmoeder, eierstokken, eileiders en vagina.

8 In welk(e) van deze organen is de opname van stoffen voor de synthese van celmateriaal gemiddeld het grootst?

De mate van afgifte van geslachtshormonen verandert gedurende het leven van een vrouw.
In het diagram van afbeelding 4 is de totale concentratie van de hormonen FSH + LH per etmaal in de urine van een vrouw weergegeven. Vier perioden in haar leven zijn aangegeven met P, Q, R en S.

afbeelding 4



bron: A.C. Guyton & J.E. Hall, Textbook of medical physiology, Philadelphia, 1996, 1028

9 Gedurende welke van deze perioden is de concentratie van oestradiol in haar bloed gemiddeld het hoogst?
A gedurende periode P
B gedurende periode Q
C gedurende periode R
D gedurende periode S

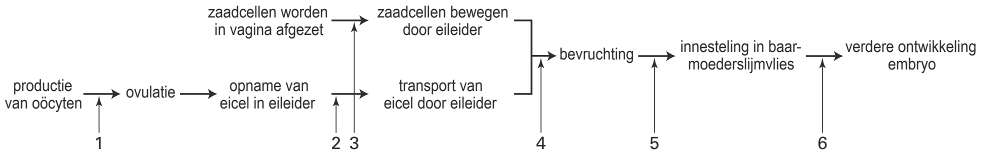
Anticonceptiepil

De hormonale anticonceptie zoals de 'pil' en de prikpil, beïnvloeden de hypothalamus-hypofyse waardoor ovulatieremming optreedt ten gevolge van toediening van oestrogene en progestagene stoffen. Deze stoffen onderdrukken de FSH- en LH-productie in de hypofyse waardoor zich geen follikels ontwikkelen. Veranderingen in het baarmoederslijmvlies door gebruik van de pil verhinderen innesteling van een embryo. Bovendien vormt het als gevolg van pilgebruik verdikte slijm in de baarmoederhals een barrière voor de spermiën. Tijdens de pilvrije periode wordt het endometrium door de menstruatie afgestoten.

bewerkt naar: W.G. Burgerhout e.a., Fysiologie, Leerboek voor paramedische opleidingen, 1998, 333

Afbeelding 5 geeft een aantal gebeurtenissen weer die aan de geboorte van een kind voorafgaan. De cijfers geven plaatsen en processen aan waar kan worden ingegrepen om een zwangerschap te voorkomen.

afbeelding 5



10 Waar kan volgens de tekst de anticonceptiepil ingrijpen? Geef de nummers van de betreffende pijlen in afbeelding 5.

Zwangerschap

Zwangerschapsdiabetes is een vorm van suikerziekte die tijdens de zwangerschap ontstaat, meestal tussen de 24ste en 28ste week van de zwangerschap. Deze vorm van diabetes wordt veroorzaakt door insulineresistentie en lijkt op diabetes type 2. Bij zwangerschapsdiabetes is het de veranderde hormoonhuishouding die de cellen in het lichaam ongevoeliger maakt voor insuline. Doordat stoffen uit vetcellen de insulinegevoeligheid eveneens verminderen, komt zwangerschapsdiabetes vaker voor bij vrouwen met overgewicht.
De grootste boosdoener is een antagonist van insuline, het placentahormoon HPL. De productie van HPL is in de tweede helft van de zwangerschap veel hoger dan in de eerste helft. Een meer bekend placentahormoon is HCG, dat bij een prille zwangerschap een belangrijke rol speelt. Het is onwaarschijnlijk dat dit hormoon bijdraagt aan het ontstaan van zwangerschapsdiabetes, omdat de HCG-productie na de eerste drie maanden van de zwangerschap juist afneemt.

11 – Noteer welk orgaan door HCG wordt beïnvloed en wat de functie daarvan is voor de instandhouding van de zwangerschap.
– Waardoor is HCG na drie maanden hiervoor niet meer nodig?

Een baby van een moeder met zwangerschapsdiabetes moet de eerste twee dagen na de bevalling goed in de gaten worden gehouden vanwege het risico op hypoglycemie, een te lage bloedsuikerspiegel.

12 Leg uit hoe deze hypoglycemie na de geboorte kan ontstaan. Betrek daarbij de glucose-opname van de baby vóór en ná de geboorte.

Op basis van medische overwegingen is iets te zeggen voor pijnbestrijding tijdens de bevalling. Er zijn aanwijzingen dat als gevolg van barenspijn de geboorte van een baby langer duurt. Een hormoon dat de contracties van de baarmoeder vermindert, het hartminuutvolume verhoogt en de spijsvertering vertraagt, speelt hierbij een rol.

13 Wat is de naam van dit hormoon?

Hints bij hoofdstuk 2

1 Gebruik ook het begrip IVF = in-vitrofertilisatie.
2 Ga van elk stadium na waar het zich zonder ingrijpen van de mens zou bevinden.
3 Kies een standpunt waarvoor je een natuurwetenschappelijk argument kunt bedenken.
4 Hoe verandert de grootte van cellen tijdens de embryonale ontwikkeling?
5 Bij welke verschijnselen is er altijd een probleem?
6 Stel je voor dat er in een bevolking een sterke voorkeur voor een geslacht is.
7 Bij een van de stadia moet zich een eeneiige tweeling ontwikkelen.
8 Denk aan de menstruatiecyclus.
9 Denk aan negatieve terugkoppeling.
10 Zet een pijl bij drie in de tekst genoemde plaatsen.
11 Zoek HCG op in BiNaS of ScienceData.
12 Een hypo kan ontstaan door een hoog insulinegehalte van het bloed.
13 Dit hormoon werkt overeenkomstig het (ortho)sympatisch zenuwstelsel.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 2

Erfelijke afwijkingen

1 *Voorbeelden van argumenten om een methode wel toe te passen zijn:*
- bij 1: in dit stadium is de kans groot dat als één van de cellen een afwijkend gen/allel bevat, alle cellen dit afwijkende gen zullen hebben.
- bij 2: door een groter aantal cellen te onderzoeken is de kans op een celkweek, op grond waarvan een diagnose is te stellen, groter.
- bij 3: in dit geval is geen IVF nodig / kan normaal bevruchting plaatsvinden.

Voorbeelden van argumenten om een methode niet toe te passen zijn:
- bij 1: voor deze methode is IVF nodig.
- bij 2: in dit stadium is het moeilijk om het embryo in de baarmoeder te implanteren.
- bij 2: in dit stadium is het risico groter om het embryo te beschadigen.
- bij 3: in dit geval is de kans op spontane abortus van een gezond embryo groter.

Ieder argument slechts één keer gebruiken.

In-vitrofertilisatie

2 *Voorbeelden van redenen waarom men een bevruchte eicel minder geschikt vindt:*
- In dit stadium is het nog onzeker of de cel zich goed zal ontwikkelen.
- In dit stadium is het nog onzeker of de cel zich zal gaan delen.
- Dit stadium komt niet overeen met het stadium waarin het embryo in de normale situatie in de baarmoeder komt.

Voorbeelden van redenen waarom men een blastula minder geschikt vindt:
- In dit stadium is de differentiatie van het embryo reeds te ver gevorderd.
- In dit stadium ontbreekt de bescherming door de zona pellucida.
- In dit stadium kan het embryo zich misschien niet meer innestelen.

3 Het standpunt dat embryo's voor wetenschappelijk onderzoek kunnen worden benut. Voorbeelden van een argument bij dit standpunt:
- Hierdoor kan meer kennis over de embryonale ontwikkeling van de mens worden verkregen (die niet op andere wijze kan worden verkregen).
- Hierdoor kan meer kennis worden verkregen die kan worden gebruikt bij de behandeling van vrouwen die ongewenst kinderloos zijn.

of:
Het standpunt dat embryo's nooit voor wetenschappelijk onderzoek mogen worden gebruikt. Voorbeeld van een argument bij dit standpunt:
- Verbetering van techniek, heeft als gevolg dat er nog meer van gebruik gemaakt wordt: nog meer baby's met afwijkingen.

4 **A** Als cellen delen, kunnen er meer cellen ontstaan en kan het embryo zich ontwikkelen.
Een embryo in het morulastadium kan zich nog niet bewegen.
De celgrootte is in het begin afhankelijk van het ontwikkelingsstadium (4-cellig, 8-, enz.).
Het aantal mitochondriën is heel moeilijk vast te stellen (cel in plakjes onder electronen-microscoop).

Vruchtbaarheid

5 **B** Bij een IVF-behandeling gaan eicellen niet door eileiders. IVF is dus effectief, want hierdoor wordt de blokkade omzeild.
Als het baarmoederslijmvlies wordt afgestoten tijdens het begin van de zwangerschap, zullen ook de na IVF ingeplante embryo's daarin meegaan.
Een sterke afweerreactie tegen het embryo verandert niet door IVF.

©ThiemeMeulenhoff

6 *Voorbeelden van juiste antwoorden:*
- Ik ben ervoor. Als er kans is op een X-chromosomale aandoening, kunnen alleen vrouwelijke embryo's worden ingeplant (die niet ziek worden).
- Ik ben ertegen. Als dit op grote schaal zou gebeuren, zou de verhouding tussen de aantallen mannen en vrouwen verstoord kunnen worden.

7 **F** De chronologische volgorde van de stadia is:
stadium 2, na één dag;
stadium 1, na drie dagen;
stadium 4, na vier dagen;
stadium 3, na vijftien dagen.
Zolang er geen specialisatie is opgetreden kan er een eeneiige tweeling ontstaan.
In stadium 3 is al wel specialisatie opgetreden, maar er is een ontwikkelingsstadium van een eeneiige tweeling getekend.

Geslachtsorganen

8 In de baarmoeder worden meer stoffen opgenomen.
Het slijmvlies van de baarmoeder wordt iedere menstruatiecyclus vernieuwd.

9 **B** FSH en LH stimuleren de ovaria die oestradiol produceren (BiNaS 86C, 89A, ScienceData 15.10 en 28.5,6). Door negatieve terugkoppeling remt oestradiol de productie van FSH door de hypofyse. Een lage concentratie van FSH + LH duidt op een hoge concentratie oestradiol.
In periode P, voor de puberteit, worden nauwelijks geslachtshormonen geproduceerd.
In periode R, tot de menopauze, neemt de activiteit van de ovaria sterk af.
In periode S, na de menopauze, zijn de ovaria niet meer actief.

Anticonceptiepil

10 De anticonceptie pil grijpt in bij de pijlen 1, 3 en 5.
Proces 1, ontwikkeling van oöcyt tot ovulatie; de tekst vermeldt dat de FSH- en LH-productie worden geremd (FSH stimuleert ontwikkeling oöcyt tot eicel in rijpe follikel, LH stimuleert de ovulatie, zie BiNaS 86C, 89A, ScienceData 15.10 en 28.5,6).
Proces 3, zaadcellen zwemmen naar de eileider door de baarmoeder; de tekst vermeldt dat verdikt slijm in de baarmoederhals een barrière vormt.
Proces 5, innesteling in de baarmoeder; de tekst vermeldt dat nidatie (innesteling) wordt verhinderd.

Zwangerschap

11 HCG bevordert instandhouding van het geel lichaam zodat er voldoende progesteron geproduceerd wordt (om het baarmoederslijmvlies intact te houden). Na drie maanden neemt de placenta deze functie over (en verdwijnt het geel lichaam).
BiNaS 89A, ScienceData 28.6

12 Vóór de geboorte is de glucose-aanvoer (via de moeder met zwangerschapsdiabetes) hoog en daardoor is de insulineproductie in de baby hoog. Na de geboorte stopt deze (rechtstreekse) glucose-aanvoer plotseling (en wordt er wel glucose verbruikt), terwijl (in de baby) het insulinegehalte van het bloed nog hoog is / maar langzaam daalt. Dit brengt de bloedsuikerspiegel nog verder omlaag (waardoor een te laag bloedsuikergehalte kan ontstaan).

13 (nor)adrenaline
De beschrijving van deze neurotransmitter en dit hormoon uit het bijniermerg vind je in BiNaS 88I, 89A, ScienceData 28.6.

©ThiemeMeulenhoff

3 Erfelijkheid

Katten

Bij katten wordt de kleur en het patroon van de vacht bepaald door minstens tien verschillende genen. X-chromosomaal zijn de allelen X^D voor oranje en X^d voor zwarte vachtkleur. Bij een heterozygoot vrouwtje (X^DX^d) wordt tijdens de embryonale ontwikkeling in sommige cellijnen het X^D-chromosoom uitgeschakeld, in andere cellijnen het X^d-chromosoom. Hierdoor krijgt de vacht een vlekkenpatroon van oranje en zwarte vlekken. Het precieze vlekkenpatroon is afhankelijk van het stadium van de embryonale ontwikkeling waarin een X-chromosoom is uitgeschakeld.
Een oranje kater paart met een homozygoot-zwarte poes. Zij krijgen een nest met vier poesjes. Deze poesjes zijn vrouwtjes. Ze zien er als volgt uit:
- poes 1 is oranje,
- poes 2 is zwart,
- poes 3 is voor ongeveer 2/3 deel oranje; het oranje wordt afgewisseld met 5 zwarte kleurvelden,
- poes 4 is voor ongeveer 2/3 deel zwart; het zwart wordt afgewisseld met 5 oranje kleurvelden.

1 Bij welke van de poezen 1, 2, 3 en 4 zal het X^D-chromosoom in de cellijn die de vachtkleur bepaalt, het vroegst in de embryonale ontwikkeling zijn uitgeschakeld?
A bij poes 1
B bij poes 2
C bij poes 3
D bij poes 4

De vachtkleur wordt bovendien beïnvloed door een niet X-chromosomaal allelenpaar: in aanwezigheid van het allel S heeft de vacht witte vlekken, een homozygoot recessieve kat (ss) heeft geen witte vlekken. Lapjespoezen hebben oranje, zwarte en witte vlekken.
In een buurt lopen poezen en katers met de volgende genotypen:
Minet met genoytpe X^DX^D ss;
Guusje met genotype X^dX^d Ss;
Tommie met genotype X^DY ss;
Max met genotype X^dY SS;
Pluis met genotype X^DY Ss;
Rasta met genotype X^dY Ss.
Al deze poezen en katers kunnen met elkaar paren en ze zijn allemaal even vruchtbaar.

2 Welke poes moet paren met welke kater om een nest te krijgen met zoveel mogelijk lapjespoezen?
En hoe groot is dan de kans dat een vrouwtje in zo'n nest een lapjespoes is?

©ThiemeMeulenhoff

Bij katten komen onder andere de volgende drie allelenparen voor: P,p; Q,q; R,r.
Deze allelenparen zijn niet gekoppeld. Alleen het allelenpaar Q,q is X-chromosomaal.
Van een groot aantal gameten van een mannelijk dier van deze soort worden de combinaties met betrekking tot deze allelen bepaald. Daarin worden de volgende allelencombinaties aangetroffen:
p, q, R;
P, q , R;
P, q, r;
p, q, r.

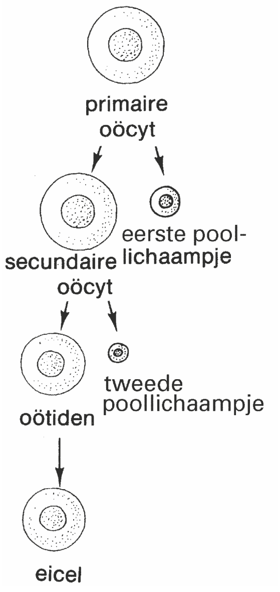
3 Hoe groot is de kans dat bij dit dier een gameet ontstaat met de allelen p, Q, r?
Aangenomen wordt dat er geen mutaties optreden.

A 0
B 1/16
C 1/8
D 1/4

Erfelijke afwijkingen

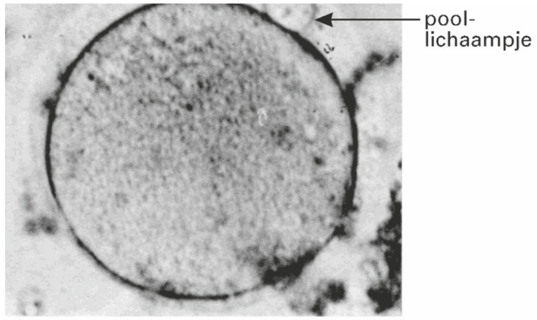
informatie 1 in-vitrofertilisatie

Een procedure voor in-vitrofertilisatie:
Een rijpe eicel wordt uit een van de eierstokken van een vrouw gehaald en in een voedingsmedium geplaatst. Hierin gaat de ontwikkeling van de eicel verder. Als meiose I heeft plaatsgevonden, wordt het poollichaampje dat is gevormd, van de eicel losgemaakt en het genetisch materiaal ervan onderzocht. Op grond van de resultaten van dit onderzoek wordt besloten om de eicel al dan niet te laten bevruchten door een spermacel. Daartoe worden spermacellen bij de eicel in het voedingsmedium gebracht. Als de bevruchte eicel zich normaal ontwikkelt, kan het embryo in de baarmoeder van de vrouw worden geïmplanteerd.



embryo's worden in vers kweekmedium overgebracht

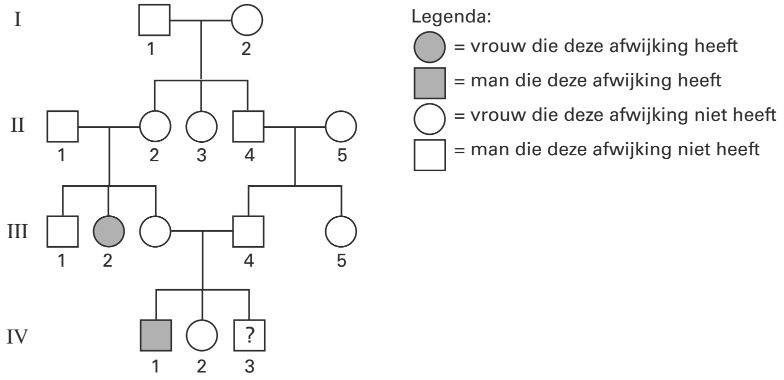
informatie 2 ontwikkeling van de bevruchte eicel



opname (250x) van een menselijke eicel met een poollichaampje

In de familie van een vrouw (IV-2) komt een bepaalde erfelijke afwijking voor. Familieleden met deze afwijking zijn verstandelijk gehandicapt. De stamboom van deze familie is weergegeven in afbeelding 1.

afbeelding 1



Deze vrouw (IV-2) heeft een broer (IV-3).
Aangenomen wordt dat geen mutaties optreden.

4 Hoe groot is de kans dat de broer deze afwijking heeft?

A 1/16
B 1/8
C 1/6
D 1/4
E 1/2
F 1

Deze vrouw (IV-2) wil niet dat zij een kind zal krijgen met deze afwijking. Zij besluit tot IVF (in-vitrofertilisatie).
Bij onderzoek blijkt dat zich in het eerstgevormde poollichaampje het afwijkende gen bevindt. Er wordt gesteld dat er geen crossing-over en geen mutaties plaatsvinden.

5 Bevindt zich in de bijbehorende secundaire oöcyt dan geen afwijkend gen, wel een afwijkend gen of is dat niet te bepalen?

A geen afwijkend gen
B wel een afwijkend gen
C dat is niet te bepalen

Fenotype en genotype

Bij een bepaalde plant zijn de kroonbladeren rood en breed. Deze plant wordt gekruist met een plant met witte en smalle kroonbladeren. Hieruit ontstaan talrijke nakomelingen (de F_1). Al deze nakomelingen hebben rode en smalle kroonbladeren. Twee individuen uit de F_1 worden gekruist. Hieruit ontstaat een F_2 die eveneens talrijk is. In de F_2 komen drie fenotypen voor. De helft van de individuen uit de F_2 heeft hetzelfde fenotype als de planten in de F_1.

6 Van welk percentage van de F_2 is op grond van deze gegevens het genotype bekend?

A van 25% van de F_2
B van 50% van de F_2
C van 75% van de F_2
D van 100% van de F_2

Bij een haverras komen planten met zwarte, planten met witte en planten met grijze kafjes voor. Deze eigenschap wordt veroorzaakt door twee paar genen die onafhankelijk overerven. Planten met een allel E of een combinatie van allel E met allel F hebben zwarte kafjes. Planten met alleen een allel F zonder een allel E hebben grijze kafjes. Planten die voor beide genen homozygoot recessief zijn, hebben vruchtjes met witte kafjes. Een kruising van twee haverplanten (H en I), beide met zwarte kafjes, levert de volgende nakomelingen: 613 planten met zwarte kafjes, 160 planten met grijze kafjes, 54 planten met witte kafjes.

7 Wat is het genotype van de plant H en wat is het genotype van plant I?

X-chromosomale inactivatie

“Elke vrouw is een mozaïek”, zegt Anton Grootegoed, hoogleraar aan het Erasmus MC te Rotterdam. “Ze heeft groepjes cellen waarin het X-chromosoom dat van haar vader komt is uitgeschakeld, en groepjes waarin dat van haar moeder is uitgeschakeld.”
Zijn afdeling ontdekte de moleculaire schakelaar die in vrouwelijke embryonale cellen één van beide X-chromosomen uitzet.

Lichaamscellen van mannelijke en vrouwelijke zoogdieren bezitten een ongelijk aantal X-chromosomen. De genexpressie van X-chromosomale genen is echter ongeveer gelijk doordat bij vrouwen al tijdens de embryonale ontwikkeling in de cellen willekeurig één van beide X-chromosomen wordt geïnactiveerd. Hierdoor vindt geen transcriptie plaats van genen gelegen op dit X-chromosoom, ook niet bij de dochtercellen die hieruit ontstaan.

Bij een lapjeskat (altijd een vrouwtje, zie afbeelding 2) is in de vachtkleur het effect van de X-chromosomale inactivatie duidelijk zichtbaar.
Er zijn drie genen die bij katten deze vachtkleur bepalen.
De combinaties van allelen en het resulterende fenotype met betrekking tot deze drie genen zijn gegeven in tabel 1.

afbeelding 2

tabel 1

genen vachtkleur	genotype	fenotype
gen voor een donkere kleur (autosomaal)	BB, Bb, of Bb^l	zwarte vacht
	bb of bb^l	bruine vacht
	b^lb^l	lichtbruine vacht
gen voor rode kleuring (X-chromosomaal)	X^RX^R of X^RY	alle zwarte en bruine vachtdelen worden rood uitgevoerd
	X^RX^r	sommige zwarte en/of bruine vachtdelen worden rood
	X^rX^r of X^rY	zwarte en/of bruine vachtdelen veranderen niet
gen voor witte vlekken (autosomaal)	SS	veel witte vlekken
	Ss	een aantal witte vlekken
	ss	nauwelijks of geen witte vlekken

De lapjeskat in afbeelding 2 heeft zwarte, rode en witte vachtdelen.

8 Welk X-chromosomaal allel is in deze vachtdelen **niet** actief?

	zwarte delen	rode delen	witte delen
A	X^R	X^r	niet te zeggen
B	X^r	X^R	niet te zeggen
C	niet te zeggen	X^R	X^r
D	niet te zeggen	X^r	X^R
E	niet te zeggen	X^R	niet te zeggen
F	niet te zeggen	X^r	niet te zeggen

Een lapjeskat met zwarte, rode en een aantal witte vlekken heeft gepaard met een volledig bruine kater.

9 Hoe groot is de kans dat het eerste kitten dezelfde vachtkleuren heeft als de moederpoes?
Afhankelijk van het genotype van de moederpoes is de kans:

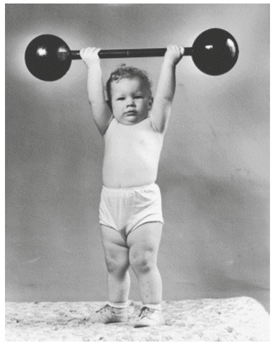
A 1/4 of 1/8
B 1/8 of 1/16
C 1/16 of 1/32
D 1/4 of 1/8 of 1/16
E 1/8 of 1/16 of 1/32

Gespierder door gendoping

Het overdragen van genetisch materiaal naar menselijke cellen voor de behandeling van ziektes bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Deze techniek zou ook gebruikt kunnen worden als gendoping bij sporters. Het is inmiddels al gelukt om muizen door gendoping supergespierd te maken.

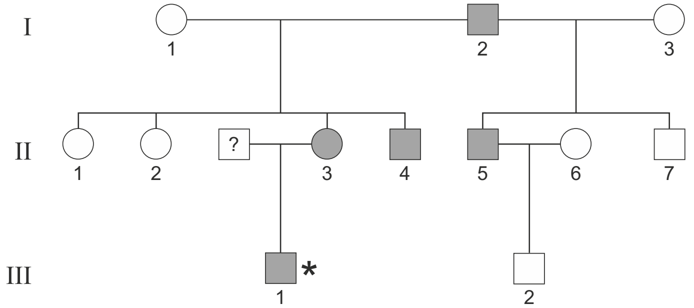
Een goede kandidaat voor gendoping is een gemuteerd gen voor myostatine. Myostatine remt de activatie van satellietcellen. Dat zijn cellen in de spieren die kunnen delen en differentiëren naar myoblasten, de voorlopers van spiervezels.
Onder leiding van Dr. Schuelke, kinderneuroloog bij het UMC te Berlijn, is onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van spiermassa bij kinderen.
Aan een Duits jongetje met een gemuteerd myostatine-gen is te zien wat het resultaat van deze mutatie is (afbeelding 3).

afbeelding 3

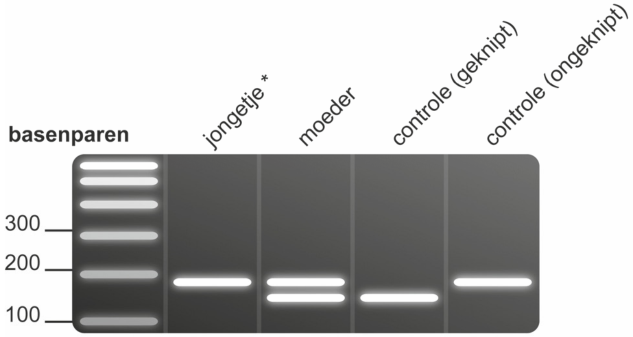


Schuelke onderzocht de familiestamboom van het jongetje (nummer III-1 in afbeelding 4). Zowel de opa van het jongetje als twee ooms waren bijzonder sterk en gespierd. Ook moeder oogde gespierd, maar niet zo gespierd als haar zoon.
Over de vader van het jongetje is dit niet bekend. Voor genetisch onderzoek was alleen materiaal van het jongetje en zijn moeder beschikbaar. Van beiden werd een fragment van 166 basenparen van het myostatine-gen vermenigvuldigd met PCR.
Een restrictie-enzym werd gebruikt om de mutatie op te sporen. Alleen in het wild-type gen knipt het enzym dit fragment in twee delen: een van 135 bp en een van 31 bp.
Het mutantgen wordt door dit restrictie-enzym niet geknipt.
Met gel-elektroforese werden de fragmenten op lengte gescheiden. Het resultaat van de elektroforese is weergegeven in afbeelding 5. Kleine fragmenten van 31 bp zijn hierin niet te zien.

afbeelding 4



afbeelding 5



Uit de familiestamboom, gecombineerd met het genetisch onderzoek, is af te leiden hoe gespierdheid als gevolg van een mutant-myostatine-gen overerft.

10 Hoe erft de eigenschap over?

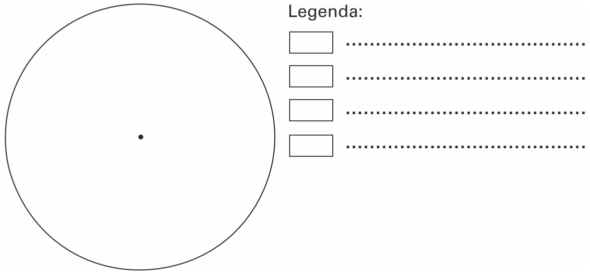
A autosomaal onvolledig dominant
B autosomaal recessief
C X-chromosomaal onvolledig dominant
D X-chromosomaal recessief

Genetica

Bij cavia's komen verschillende kleuren van de vacht (wit en zwart) en van de vorm van de haren van de vacht (ruig en glad) voor. De allelen Q en q coderen voor de vachtkleur, de allelen R en r voor de vorm van de haren.
Een aantal cavia's met hetzelfde genotype (de oudergroep) paart. Zij krijgen een groot aantal nakomelingen. De meeste van deze nakomelingen hebben een zwarte, ruigharige vacht; een klein aantal heeft een witte, gladharige vacht. Bovendien zijn er ongeveer evenveel nakomelingen met een witte, ruigharige vacht als met een zwarte, gladharige vacht.

11 Wat is het genotype van de cavia's in de oudergroep? Gebruik de gegeven letters voor de allelen.

afbeelding 6 **cirkel**



12 Maak van de cirkel in afbeelding 6 een sectordiagram. Construeer daarin nauwkeurig de theoretisch juiste verdeling van de vachtsoorten van de nakomelingen. Vul de legenda in.

Genetisch materiaal

Bij de mens worden de chromosomen in de lichaamscellen met de nummers 1 tot en met 23 aangegeven. In de lichaamscellen kan een afwijkend aantal chromosomen voorkomen. De aanwezigheid van drie in plaats van twee chromosomen nummer 21 noemt men trisomie 21.
Eeneiige tweelingen van gezonde ouders vertonen óf beiden óf geen van beiden het verschijnsel trisomie 21.
Bij twee-eiige tweelingen van gezonde ouders blijkt dat als trisomie 21 voorkomt, dit bij één van beide kinderen het geval is.
Over trisomie 21 worden de volgende beweringen gedaan:
1 trisomie 21 ontstaat onder invloed van milieufactoren,
2 voor het ontstaan van trisomie 21 bij tweelingen is een gemeenschappelijke placenta nodig,
3 trisomie 21 is meestal het gevolg van een fout in een meiose bij één van de ouders.

13 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C alleen bewering 3
D alleen de beweringen 1 en 2
E alleen de beweringen 2 en 3
F de beweringen 1, 2 en 3

In de westerse wereld is de kans dat een baby trisomie 21 heeft ongeveer 1/600.

14 Hoe groot is de kans dat beide kinderen van een eeneiige tweeling trisomie 21 hebben?
A 1/300
B 1/600
C 1/1200
D 1/360.000

Tot voor kort werd aangenomen dat elk eiwit wordt gecodeerd door één enkel gen. Californische onderzoekers hebben echter ontdekt dat er bij de mens twee genen, E en F, betrokken zijn bij de opbouw van het eiwit G6PD (= glucose-6-fosfaatdehydrogenase). Gen E ligt op het zesde chromosoom en codeert voor een deel van het te vormen eiwit. Gen F, dat de rest van de informatie voor dit te vormen eiwit bevat, ligt op het X-chromosoom.
Individuen die van beide of één van beide genen geen dominante allelen hebben, kunnen geen G6PD synthetiseren.
Een vrouw met het genotype EeX^FX^f en een man met het genotype EeX^FY krijgen een kind.

15 Hoe groot is de kans dat dit eerstgeboren kind een jongen is die het eiwit G6PD *niet* kan maken?
A 3/16
B 1/4
C 5/16
D 3/8
E 7/16
F 9/16

Hints bij hoofdstuk 3

1 Hoe eerder de informatie voor oranje uitgeschakeld is, des te zwarter de poes.
2 De nakomelingen moeten het gen X^D hebben om oranje vlekken te krijgen, X^d om zwarte vlekken te krijgen en S voor witte vlekken; dus ten minste X^DX^dS.
3 Let op welke X-chromosomale allelen worden aangetroffen.
4 Controleer met generatie II en III of de afwijking X-chromosomaal is.
5 Uit vraag 4 blijkt dat de vrouw heterozygoot is.
6 Koppeling speelt hier een rol.
7 Bepaal eerst wat er bekend is van genotypen bij planten met zwarte, grijze en witte kafjes. Ga per kenmerk na wat de genotypen van de ouderplanten zijn.
8 In potentie zwarte vachtdelen worden door een actief X^R gen rood.
9 Alleen poezen (vrouwelijke katten) kunnen zwarte én rode vachtdelen hebben.
10 Uit afbeelding 5 blijkt dat het jongetje alleen onknipbaar myostatine-DNA heeft.
11 Alle combinaties van eigenschappen komen in de nakomelingen voor.
12 Verdeel de cirkel in 16 stukken en werk met breuken. Theoretisch betekent: volgens de kansberekening.
13 Bij trisomie zijn de chromosomen verkeerd verdeeld over de voortplantingscellen.
14 Kijk bij hetgeen gezegd wordt over eeneiige tweelingen van gezonde ouders.
15 Bereken voor elk genenpaar afzonderlijk de ‘verkeerde’ combinatie en tel deze kansen op. Het gaat om een jongen.

Uitwerkingen bij hoofdstuk 3

Katten

1 **B** Een oranje kater heeft het genotype X^DY. Een homozygote zwarte poes X^dX^d. De jonge poesjes hebben dan het genotype X^DX^d. Ze zijn oranje voorzover het X^D-chromosoom niet is uitgeschakeld. Naarmate het X^D-chromosoom eerder in de embryonale ontwikkeling is uitgeschakeld, wordt een groter deel van de vacht zwart.
Bij het zwarte poesje was al bij de eerste cel van de cellijn, waaruit de huid werd gevormd, het X^D-chromosoom uitgeschakeld.

2 Paring van poes Minet met kater Max geeft een nest waarin alle vrouwtjes lapjespoezen zijn, dus met een kans van 100% (1).
Jonge lapjespoesjes zijn heterozygoot voor kleur en voor vlekkenpatroon (X^DX^dSs). Overigens aangenomen dat uitschakeling van X^D plaatsvindt, en wel in een niet al te vroeg embryonaal stadium. Twee vrouwtjes kunnen met vier mannetjes paren. Alleen een paring van de genotypen X^DX^Dss (Minet) met X^dYSS (Max) of X^dYSS (Rasta), of een paring van X^dX^dSs (Guusje) met X^DYss (Tommie) of X^DYSs (Pluis) kunnen dubbel heterozygote poezen voortbrengen.
De kans op nakomelingen met Ss (heterozygoot) is 100% als beide ouders homozygoot zijn en wel SS met ss.

3 **A** Het allelenpaar Qq is X-chromosomaal; daarvan komt in een mannelijk dier slechts één allel voor. In een groot aantal onderzochte gameten werd alleen q aangetroffen. Het allel Q kan hier dan niet meer voorkomen.

Erfelijke afwijkingen

4 **D** Beide ouders van de vrouw hebben de afwijking niet. Zij moeten dus heterozygoot zijn en de afwijking is recessief. De broer met de afwijking is homozygoot recessief. De kans op een homozygoot recessieve nakomeling bij twee heterozygote ouders is $^1/_4$, ook voor iedere volgende nakomeling.
Uit de nakomelingen van II-1 en II-2 blijkt dat de afwijking niet X-chromosomaal is.

5 **A** Bij de vrouw komt in het poollichaampje het afwijkende gen voor. Zij is dus heterozygoot (draagster). Het allelenpaar is bij de meiose I uiteengegaan. De secundaire oöcyt bevat dan het gen voor ‘geen afwijking’ voor deze verstandelijke handicap.

Fenotype en genotype

6 **D** Uit de uniforme F_1 volgt dat rood en smal dominant zijn en beide ouders homozygoot. Gebruik A = allel voor rood; r = wit; B = smal en b = breed. Dan is de P-generatie AAbb en aaBB en F_1 is AaBb. De F_2 heeft maar 3 fenotypen; dat kan bij gekoppelde genen: A met b en a met B. Voor wat het eerste genenpaar betreft zijn de nakomelingen in de F_2: AA, Aa en aa.
Na toevoeging van de gekoppelde genen: AAbb, AaBb en aaBB.
Bij ongekoppelde genen levert een heterozygote F_1 4 fenotypen nakomelingen in de verhouding 9 : 3 : 3 : 1.

7 Het genotype van H is EeFf. Het genotype van I is EeFf.
Uit de gegevens volgt: genotype met E··· = zwart; met eeF· = grijs; eeff = wit.
De verhouding waarin de genotypen voorkomen met de allelen
E· en ee = 613 : (160 + 54) = 613 : 214 = 3 : 1. Deze verhouding in de fenotypen van de nakomelingen geldt voor ouders die voor dit kenmerk beiden heterozygoot zijn.
De verhouding waarin de genotypen met F· en ff voorkomen volgt uit de groep met de allelen ee: F· en ff = 160 : 54 = 3 : 1. Ook in dit geval moeten beide ouders heterozygoot (Ff) zijn.

X-chromosomale inactivatie

8 **A** De lapjeskat is een vrouwtje en heeft dus twee X-chromosomen. Door het geactiveerde X^R-allel worden in aanleg zwarte delen rood uitgevoerd (volgens tabel 1), dus bij de zwarte delen van een lapjeskat is X^R inactief.
In de huiddelen waar X^r geactiveerd is. blijven de in aanleg zwarte delen van de huid zwart. Het genotype van de poes is dus X^RX^r.
Waarschijnlijk heeft de poes het genotype Ss voor witte vlekken. Omdat aan de witte huiddelen niet gezien kan worden of daar X^R of X^r geactiveerd is, weet je niet welk allel daar actief is.

9 **B** De moederpoes is een lapjeskat en haar genotype is volgens tabel 1: BB of Bb en Ss X^RX^r. De bruine kater heeft volgens tabel 1 genotype: bbssX^rY. Het genotype van het eerste kitten kan zijn X^RX^r, X^rX^r, X^RY of X^rY. Alleen X^RX^r kan een lapjeskat worden. De kans op een voor alle allelen heterozygote kitten is: voor Ss 50%, voor X^RX^r 25%, en voor Bb 100% (als de moeder BB is), totaal een kans van 1/8.
Als de moeder het genotype Bb heeft, is de kans op een Bb-kitten 50%, totaal wordt dan de kans dat het eerste kitten dezelfde vachtkleuren heeft als de moeder 1/16.

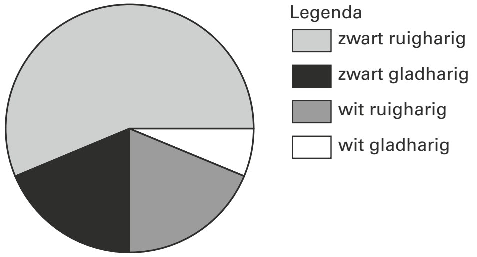
Gespierder door gendoping

10 **A** Het gen erft autosomaal over omdat de bijzonder sterk gespierde grootvader I-2 aan zijn bijzonder sterk gespierde zonen II-4 en II-5 geen X-chromosoom heeft doorgegeven (deze zonen zijn van verschillende moeders en het is onwaarschijnlijk dat beide moeders een gemuteerd gen doorgaven).
Uit afbeelding 5 blijkt dat het jongetje* alleen onknipbaar DNA heeft en dus homozygoot is voor het mutant-myostatine-gen. Zijn gespierde moeder heeft zowel knipbaar als onknipbaar DNA en is dus heterozygoot voor het myostatine-gen; de eigenschap is dus dominant. De moeder oogde minder gespierd dan haar zoon; het gen erft dus onvolledig dominant over.
Afbeelding 5 geeft meer zekerheid dat de eigenschap niet autosomaal recessief overerft (antwoord B). Dat is theoretisch mogelijk als beide oma’s heterozygoot zijn en de vader heterozygoot of zelfs homozygoot.

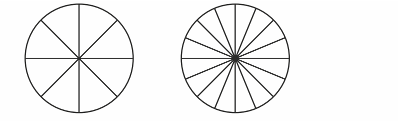
Genetica

11 QqRr
Er zijn veel zwarte maar ook witte cavia’s. De ouders moeten dus heterozygoot zijn voor vachtkleur, met zwart (Q) dominant. Er zijn veel ruigharige maar ook gladde cavia’s.
De ouders moeten dus ook heterozygoot zijn voor de vorm van de haren, met ruig (R) dominant. De nakomelingen die worden genoemd, komen bij een dihybride heterozygote kruising voor in een vaste getalsverhouding van 9 : 3 : 3 : 1.

12



Bij een dihybride heterozygote kruising komen de aantallen voor in een vaste getalsverhouding van 9 : 3 : 3 : 1 (opgeteld 16). Het makkelijkst is de cirkel in 16 gelijke punten te verdelen. Een volledige cirkel heeft 360 graden.
Per verhoudingseenheid is dat 360/16 = 22,5°.
Zo wordt dan bijvoorbeeld de eerste sector 9 x 22.5° = 202,5°.
De juiste verdeling is van 9 : 3 : 3 : 1 is 202,5° : 67,5° : 67,5° : 22,5°.



Genetisch materiaal

13 **C** Door het niet uiteengaan van chromosomenpaar 21 in de meiose I, of doordat chromosoom 21 niet splitst in de meiose II, kan in een geslachtscel twee keer het chromosoom 21 terechtkomen. Bij de bevruchting ontstaat dan trisomie 21 in de eerste lichaamscel.
Dat de fout niet in een eerder stadium van ontwikkeling tot geslachtscellen optreedt, bv. in voorafgaande mitose van ovariumcellen, blijkt uit het feit dat bij twee-eiige tweelingen van gezonde ouders, trisomie 21 slechts bij één van de kinderen voorkomt. Trisomie 21 is dus meestal het gevolg van een fout in één meiose bij één van de ouders $\Rightarrow$ bewering 3 juist.
Bij een verandering in het fenotype onder invloed van milieufactoren blijft het genotype gelijk. Bij trisomie 21 is het genotype gewijzigd.
Eeneiige tweelingen hebben al vanaf de eerste lichaamscel (bevruchte eicel) waaruit beide individuen voortkomen hetzelfde genotype. Ook in de placentacellen komt dan trisomie 21 voor. Het hebben van een gemeenschappelijke placenta heeft geen invloed op het ontstaan van trisomie bij tweelingen.

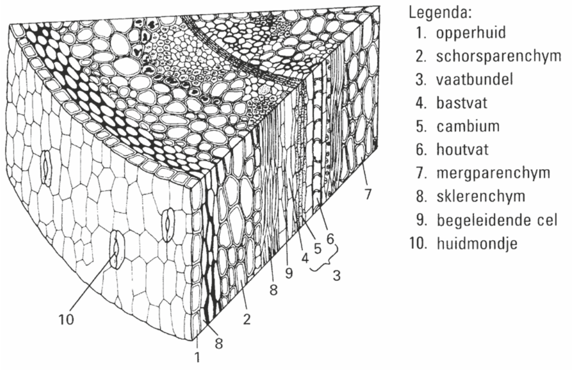
14 **B** Eeneiige tweelingen hebben hetzelfde genotype. De kans dat beide kinderen van een eeneiige tweeling trisomie 21 hebben, is even groot als die van een ander kind, dus $^1/_{600}$.

15 **C** Het eerst of later geboren worden heeft geen invloed op de kans op een bepaald genotype. Het gen F is X-chromosomaal. De beide genen E en F zijn gelegen op verschillende chromosomenparen en erven dus onafhankelijk van elkaar over.
Individuen die van één van de genen geen dominant allel hebben kunnen geen G6PD synthetiseren.
De kans op een jongen is $^1/_2$. Een jongen die geen G6PD kan maken door het ontbreken van gen F heeft het genotype X^fY. Van een moeder met X^FX^f en een vader met X^FY is de kans op een jongen met X^fY $^1/_4$.
Ook de kans op een jongen met X^FY is $^1/_4$. Hiervan kan een deel geen G6PD maken door het ontbreken van het gen E. De beide ouders zijn voor het gen E heterozygoot (Ee). De kans op een kind dat homozygoot recessief (ee) is voor dit gen, is dan $^1/_4$. De kans op een jongen met X^FY en ee is $^1/_4 \times ^1/_4 = ^1/_{16}$.
De kans dat het eerstgeboren kind een jongen is die het eiwit G6PD niet kan maken, is $^1/_4 + ^1/_{16} = ^5/_{16}$.

4 DNA en celcyclus

Genetisch goudmijntje

informatie 2 **weefsels van een plant**



tekst 1
'Het duurt nog wel een jaar of vijf à tien voordat er gewassen verbouwd worden die door *genetic engineering*, het sleutelen aan de erfelijkheid, zijn 'verbeterd'. Aldus dr. Karel Schubert, onderzoeksmanager van de Amerikaanse chemicaliëngigant Monsanto in een interview.
Genetische manipulatie komt neer op het biochemisch isoleren en transplanteren van erfelijke eigenschappen, waarbij stukjes chromosoom van één organisme worden ingebouwd in (de kern van) een ontvangende cel van plant of dier. Die verbeterde cel wordt dan tot een heel organisme opgekweekt.
Op deze manier denkt men bijvoorbeeld in gewassen het vermogen tot stikstoffixatie in te bouwen, wat het gebruik van stikstofkunstmest sterk zou verminderen. Ook wil men gewassen bestendig maken tegen plagen en ziekten, mogelijk zelfs tegen droogte of hitte. Het opwekken van weerstand tegen plantenziekten, plagen en herbiciden (onkruidbestrijdingsmiddelen) lijkt voorlopig de meeste kans van slagen te hebben. Zulke resistentie is namelijk vaak gebaseerd op de aanwezigheid van een enkel gen in de celkern, dat resulteert in de productie van bijvoorbeeld een insectenafwerende stof.

bron: Natuur en Techniek 10, 1985, 809-810

De door Schubert bedoelde gewassen zijn inmiddels al in productie.
1 Van welk van de in informatie 2 genoemde delen kan een cel als ontvangende cel worden gebruikt om daaruit een transgene plant op te kweken, zoals is beschreven in tekst 1?
Verklaar je antwoord.

Tegen het gebruik van gewassen die door gentechnologie zijn verkregen, wordt door bepaalde groepen actie gevoerd. Deze actiegroepen menen dat de mens door introductie van deze gewassen het ecosysteem nadelig zal beïnvloeden. Door deze actiegroepen wordt de introductie van planten die resistent zijn gemaakt tegen bepaalde herbiciden, veroordeeld.
De actiegroepen gebruiken diverse argumenten ter ondersteuning van hun bezwaar tegen het introduceren van dergelijke planten.

2 Geef één biologisch argument dat door zo'n actiegroep kan worden gebruikt.

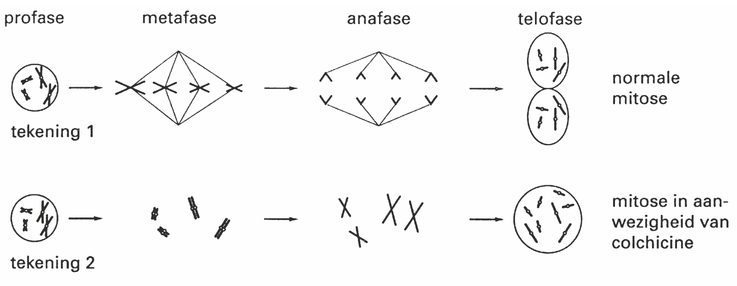
In bepaalde tabaksplanten die door gentechnologie zijn verkregen, wordt het herbicide chloorsulfan direct na binnenkomst in de plant afgebroken.

3 Wat is bij deze tabaksplanten ingebracht?

A Er is een gen ingebracht dat chloorsulfan afbreekt.
B Er is een gen ingebracht dat codeert voor een nieuw enzym.
C Er is een gen ingebracht dat codeert voor mRNA dat chloorsulfan afbreekt.
D Er is een gen ingebracht dat een eiwit transformeert in een chloorsulfan afbrekend enzym.

DNA-replicatie

informatie 1 **deling onder invloed van colchicine**



In een experiment gebruikt een onderzoeker plantaardige cellen die zich vlak vóór de S-fase van de celcyclus bevinden. Deze cellen plaatst hij in een compleet medium dat tevens gelabeld thymine en colchicine bevat. Colchicine is een stof die de vorming van de spoelfiguur tijdens de metafase van de kerndeling verhindert.
In dit medium treedt éénmaal replicatie van het DNA op. Daarna worden de cellen overgebracht in een tweede medium met colchicine, maar nu met ongelabeld thymine. In het tweede medium treedt weer éénmaal replicatie van DNA op. Bij deze tweede replicatie wordt geen gelabeld thymine gebruikt.

4 Welk percentage van de DNA-strengen in één cel is na afloop van de tweede replicatie gelabeld?

A 25%
B 50%
C 75%
D 100%

Erfelijk materiaal

Een student doet onderzoek naar de nucleotidensamenstelling van een bepaald stuk dubbelstrengs DNA. Hij gebruikt hiervoor het mRNA dat gevormd is door transcriptie van dit bepaalde stuk DNA. Dit mRNA bestaat voor 45% uit adenine, voor 15% uit cytosine, voor 25% uit guanine en voor 15% uit uracil. Op grond van deze gegevens kan de nucleotidensamenstelling van het corresponderende DNA worden afgeleid.

5 Wat is de procentuele verdeling van de verschillende nucleotiden in dit stuk DNA?

	% nucleotiden			
	adenine	cytosine	guanine	thymine
A	20	30	30	20
B	25	45	15	15
C	30	20	20	30
D	45	15	25	15

De hoeveelheid DNA in een kern na meiose I en de hoeveelheid DNA in een kern na meiose II worden vergeleken met de hoeveelheid DNA in een kern van een rustende cel voorafgaande aan de meiose. De hoeveelheid DNA in de kern van de rustende cel in de G1-fase wordt op p gesteld.

6 Is na meiose I de hoeveelheid DNA in een kern $^1/_2$p, p of 2p?
En is na meiose II de hoeveelheid DNA in een kern $^1/_2$p, p of 2p?

Aandoening van de darm

Men weet inmiddels dat de regulatie van de celcyclus onder invloed staat van vele factoren. Wanneer er fouten in deze regulatie optreden, kan een tumor, een gezwel, ontstaan.
Bij de regulatie van de celgroei zijn in ieder geval twee typen genen van belang:

1 proto-oncogenen: dit zijn genen die betrokken zijn bij de normale, gecontroleerde groei en deling van cellen; door mutatie kunnen ze veranderen in oncogenen; oncogenen bevorderen het ontstaan van tumoren;
2 tumorsuppressor-genen: dit zijn genen waarvan de producten waarvoor ze coderen, bijdragen aan remming van de celdeling.

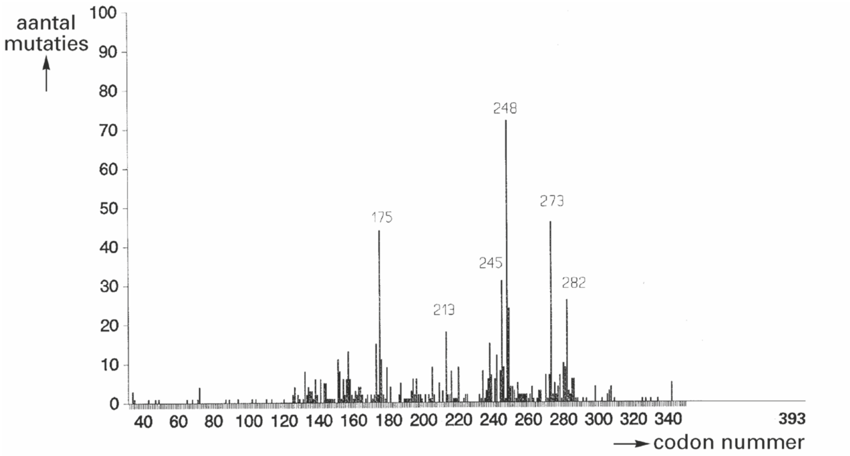
Bij het ontstaan van polyposis coli (poliepen in de dikke darm die meestal leiden tot kanker) zou het gen p53 een rol spelen. Het gen p53 telt 393 codons.
Het ongemuteerde gen p53 (=-wildtype) heeft tumorsuppressor-kwaliteit.
Mutanten van het gen p53 hebben oncogene eigenschappen. Een onderzoeker veronderstelt dat 'wanneer een wildtype-gen p53 en een gemuteerd gen p53 samen aanwezig zijn, het product van het gemuteerde gen p53 het product van het wildtype-gen p53 kan inactiveren'.

7 Welk van de begrippen aminozuur, DNA, eiwit, mRNA en tRNA komt het meest in aanmerking voor het woord 'product' dat de onderzoeker noemt?

A een aminozuur
B DNA
C een eiwit
D mRNA
E tRNA

In afbeelding 1 is het mutatiespectrum van gen p53 weergegeven. Het mutatiespectrum toont het aantal mutaties in verschillende codons op een totaal van 771 mutaties. 75% van de mutaties zijn puntmutaties.

afbeelding 1



bron: J.C. Pronk, e.a., Medische genetica, Utrecht, 1994, 264

Over het effect van een puntmutatie in een p53-gen, zoals aangegeven in afbeelding 1, worden de volgende beweringen gedaan:

1 als gevolg van de puntmutatie wordt een ander aminozuur gevormd,
2 als gevolg van de puntmutatie is in een codon een ander nucleotide aanwezig,
3 als gevolg van de puntmutatie verandert p53 in een oncogen.

8 Welke van deze beweringen is *zeker* juist?
A bewering 1
B bewering 2
C bewering 3

Onderzoekers hebben een model voor het ontstaan van polyposis coli ontwikkeld. In dit model gaan zij uit van een serie opeenvolgende veranderingen in proto-oncogenen en tumorsuppressor-genen. Zij veronderstellen dat vooral ten gevolge van de accumulatie van mutaties uiteindelijk tumoren ontstaan. Zij onderscheiden in willekeurige volgorde de volgende stadia:

1 versnelde deling van de cellen van de poliepen die daardoor veel groter worden,
2 vorming van kleine uitgroeisels van de darmwand (poliepen),
3 eerste toename van celgroei en -deling,
4 er ontstaat uitzaaiing (metastase), waardoor zich kwaadaardige tumoren in andere delen van het lichaam vormen,
5 de uitgroeiende poliepen worden kwaadaardige tumoren.

9 Plaats deze stadia in een volgorde zodat een model wordt beschreven dat toepasbaar is op de ontwikkeling van polyposis coli en kanker die daaruit ontstaat.

Celdeling

Hieronder is een aantal begrippen genoemd (1 tot en met 11) dat wordt gebruikt bij het beschrijven van de celcyclus. Van negen van deze begrippen zijn de beschrijvingen opgenomen (a tot en met i).

begrip

1	mitose	7	haploïd
2	equatorvlak	8	kernspoel
3	polen	9	spiralisatie
4	telofase	10	centromeer
5	metafase	11	DNA-synthese
6	diploïd		

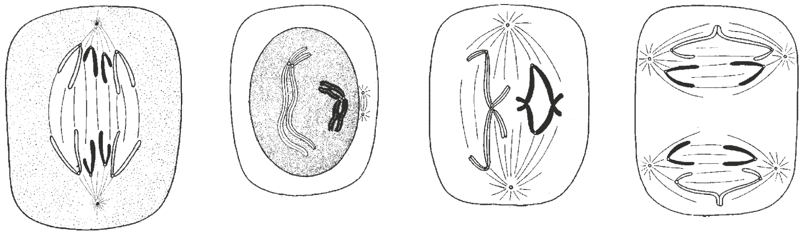
beschrijving

a Trek- en steundraden vormen samen deze figuur.
b De aanhechtingsplaats van chromatiden aan elkaar.
c Het begrip dat aangeeft dat chromosomen paarsgewijs in de cel voorkomen.
d In dit stadium bevinden zich van elk chromosoom twee identieke chromatiden in het equatorvlak.
e Het deel van de celcyclus waarin de kerndeling plaatsvindt.
f Bij plantencellen vormt zich in dit stadium de eerste aanleg van de celwand.
g Door dit proces veranderen de chromosomen van vorm waardoor ze goed van elkaar te onderscheiden zijn.
h Vanuit deze positie worden de chromosomen naar de polen bewogen.
i Dit proces moet plaatsvinden vóór de mitose.

10 Noteer de letters van de beschrijvingen a t/m i en plaats daarbij het cijfer van het bijbehorende juiste begrip.

In afbeelding 2 zijn vier cellen (1, 2, 3 en 4) weergegeven waarin verschillende delingsstadia zichtbaar zijn. De cellen zijn afkomstig van hetzelfde organisme dat vier chromosomen per diploïde cel heeft.

afbeelding 2



1 2 3 4

Over deze delingsstadia worden de volgende beweringen gedaan.

1 Deze delingsstadia kunnen alle in hetzelfde orgaan van dit organisme voorkomen.
2 Deze delingsstadia zijn allemaal stadia van de mitose.

11 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D beide beweringen

12 Is de hoeveelheid DNA in cel 1 kleiner dan, gelijk aan of groter dan die in cel 3?
A kleiner
B gelijk
C groter

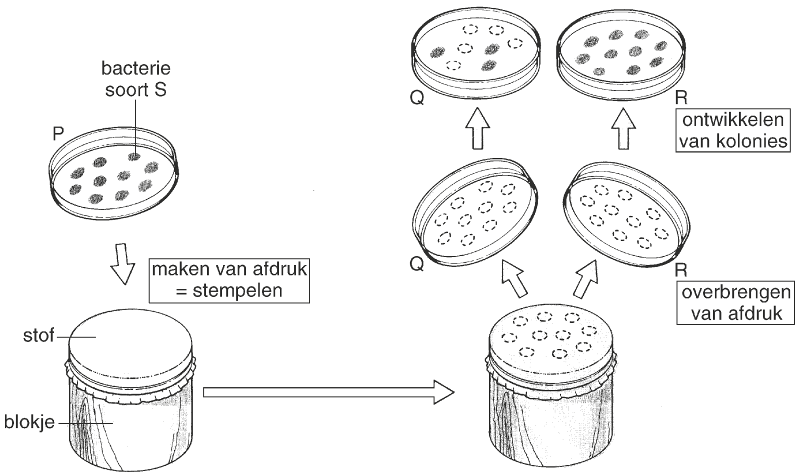
Cellen

In een serie experimenten wordt onderzoek gedaan met bacteriën van soort S.
Het doel van de experimenten is het selecteren van bepaalde mutanten van deze bacterie. Deze mutanten zijn zogenoemde 'voedingsmutanten' die zich zonder specifieke stoffen in het voedingsmedium niet kunnen ontwikkelen.
In de procedure waarmee zulke mutanten kunnen worden geselecteerd, zijn de volgende stappen te onderscheiden:

- Op een agarplaat P met een volledig voedingsmedium groeit een aantal kolonies van bacteriesoort S; onder deze bacteriën bevinden zich zowel gemuteerde als ongemuteerde bacteriën.
- Deze plaat P wordt op een stukje stof gedrukt dat op een houten blokje is gespannen.
  Op de stof komt van elke bacteriekolonie een afdruk.
- Deze afdruk van de bacteriekolonies wordt overgebracht op nieuwe agarplaten (Q en R): dit noemt men 'stempelen'. Deze agarplaten bevatten verschillende voedingsmedia. Plaat Q bevat een onvolledig voedingsmedium, plaat R bevat hetzelfde volledige medium als plaat P.
- Op plaat Q ontwikkelen zich slechts enkele kolonies; op plaat R ontwikkelt zich eenzelfde aantal kolonies als op plaat P.

Deze procedure is weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 3



13 Ontwikkelen zich op plaat Q alleen gemuteerde bacteriën, alleen niet-gemuteerde bacteriën of ontwikkelen zich zowel gemuteerde als niet-gemuteerde bacteriën?
A alleen gemuteerde bacteriën
B alleen niet-gemuteerde bacteriën
C zowel gemuteerde als niet-gemuteerde bacteriën

De 'penicilline-selectie-methode' wordt gebruikt om mutanten van een bacterie te isoleren die een bepaalde groeifactor missen. In een normale situatie zijn deze mutanten in het nadeel vergeleken met niet-gemuteerde bacteriën. Penicilline doodt echter speciaal de groeiende bacteriën.
Je wilt een mutant selecteren die een groeifactor mist. Je hebt de beschikking over materiaal om bacteriën te kweken in kweekbuisjes in vloeibaar medium. Uit een vloeibaar medium kunnen bacteriën worden geïsoleerd door centrifugeren. Je kunt verschillende voedingsmedia maken met en zonder groeifactor en met en zonder penicilline. Je hebt een bacteriekweek waarin onder meer de desbetreffende mutant in een zeer lage concentratie voorkomt.

14 Geef een beschrijving van je proefopzet. Wat is de samenstelling van de media die je moet bereiden, zodat je uit deze bacteriekweek de mutant kunt selecteren en dan verder kweken?

Testen op sikkelcelziekte

Doris heeft een DNA-test op sikkelcelziekte laten doen. In afbeelding 4 is een deel van de coderende streng van het normale β-globinegen weergegeven, en daaronder hetzelfde deel van het gemuteerde gen.

afbeelding 4

normaal β-globine DNA	5' GTG CAC CTG ACT CCT GAG GAG 3'
sikkelcel β-globine DNA	5' GTG CAC CTG ACT CCT GTG GAG 3'

Het restrictie-enzym MstII herkent de basenvolgorde 5' -CCTNAGG- 3' (waarbij N elke willekeurige base kan zijn) en knipt tussen de C en de T binnen die volgorde.

15 Laat zien hoe MstII in het hemoglobinegen knipt. Doe dit als volgt:
- Neem de coderende streng van het normaal β-globine DNA uit afbeelding 4 over en vul dit deel aan met de complementaire streng.
- Geef met een lijn aan hoe MstII dit DNA-fragment in twee delen knipt.

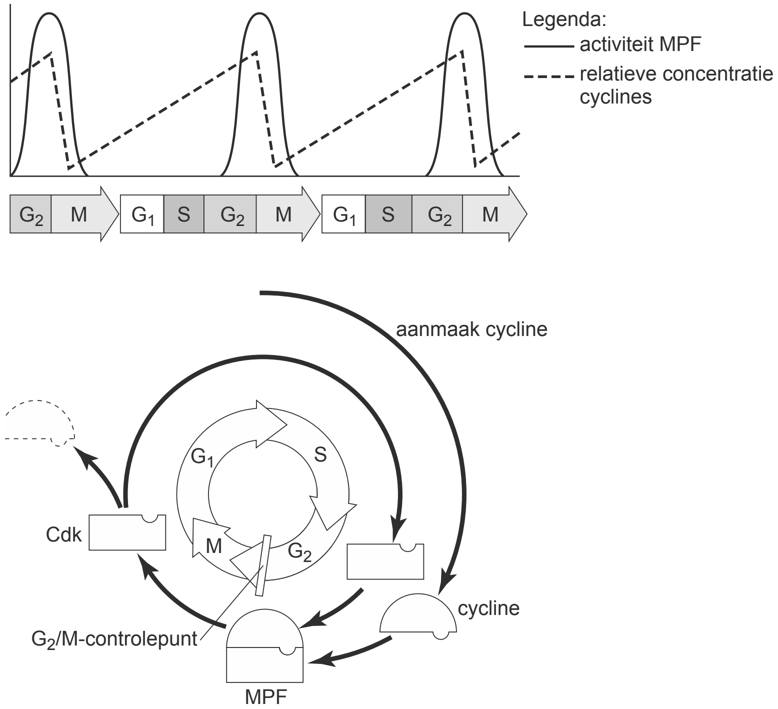
Regulatie celcyclus

Het verloop van de celcyclus wordt gereguleerd op een aantal ingebouwde controle-punten. Bij zo'n controlepunt wordt gecontroleerd of de omstandigheden binnen en buiten de cel geschikt zijn om door te gaan naar de volgende fase van de celcyclus. Zo is er een controle tussen de G_1-en S-fase, het G_1/Scontrolepunt, en een controle tussen de G_2-en M-fase, het G_2/M-controlepunt.

16 Noem een omstandigheid **binnen** een gezonde cel die vereist is voor het passeren van het G_1/S-controlepunt.
Wat is voor het passeren van het G_1/S-controlepunt een vereiste omstandigheid **buiten** de cel?

17 Noem twee hormonen die cellen kunnen aanzetten tot deling.
Noteer bij elk hormoon een celtype dat onder invloed daarvan tot deling overgaat.

Beide controlepunten worden op een soortgelijke manier aangestuurd door middel van verschillende cyclines en het proteïnekinase Cdk, die in de cel geproduceerd worden. Het Cdk wordt na vorming van een complex met specifieke cyclines geactiveerd.
In onderstaande afbeelding is schematisch weergegeven hoe, door invloed van het complex van Cdk en één van de typen cyclines, het G_2/M-controlepunt gepasseerd wordt in een normale celcyclus. Het Cdk-cyclinecomplex wordt hier MPF (M-phase promoting factor) genoemd.



naar: N.A. Campbell, Biology 2002(5), Menlo Park California, 1999, 218

Naar aanleiding van deze gegevens worden de volgende beweringen gedaan:
1 MPF bevordert de aanmaak van het benodigde type cycline;
2 mitose wordt ingezet als de hoeveelheid MPF een drempelwaarde heeft bereikt;
3 Cdk is in de interfase in inactieve vorm in de cel aanwezig.

18 Welke van deze beweringen wordt **niet** ondersteund door de gegevens in de afbeelding?
A bewering 1
B bewering 2
C bewering 3

19 Noem twee processen die door MPF in de cel in gang worden gezet.

©ThiemeMeulenhoff

Hints bij hoofdstuk 4

1 Elke levende plantencel kan met behulp van groeistoffen tot deling worden gebracht. Uit een groepje cellen kan uiteindelijk een plantje ontstaan.
2 Diversiteit is in het geding.
3 Van een gen wordt informatie overgeschreven naar mRNA, dat naar ribosomen in het celplasma gaat.
4 De kern wordt twee keer gedeeld zonder celdeling.
5 RNA is enkelstrengs en DNA dubbelstrengs.
6 In de G1-fase heeft nog geen replicatie plaatsgevonden.
7 Waarin worden genen uiteindelijk vertaald?
8 Welk van de beweringen gaat over de kleinste verandering (punt)?
9 Een tumor begint met een enkele cel.
10 Diplo betekent twee, haplo betekent enkel. Gespiraliseerde chromosomen zijn zichtbaar.
11 In welke organen kan meiose plaatsvinden (zie meiose in BiNaS of ScienceData)?
12 Tel het aantal chromatiden.
13 Plaat Q bevat een onvolledig voedingsmedium.
14 Niet-groeiende bacteriën zijn ongevoelig voor penicilline.
15 Zowel coderende als complementaire streng worden tussen C en T doorgeknipt.
16 Wat is nodig voor de S-fase? Wat heeft een cel altijd nodig om in leven te blijven?
17 Zie hormonen in BiNaS of ScienceData.
18 Er mogen alleen gegevens uit de afbeelding gebruikt worden.
19 Kijk bij mitose in BiNaS of ScienceData.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 4

Genetisch goudmijntje

1 Cambium / elke andere cel met kern. De cellen kunnen nog delen / tot deling worden gebracht / differentieren / zijn nog ongedifferentieerd.
In het antwoord mag ook een ander type cel met kern worden genoemd met als verklaring het gebruik van een moderne techniek (zoals agrobacterium of het deeltjeskanon).

2 *Voorbeelden van argumenten:*
- De mens kan dan ongeremd herbiciden spuiten en zo andere planten vernietigen.
- Er treedt verlies aan soorten in het ecosysteem op.
- Er is kans dat ook planten van andere soorten resistent worden.

3 **B** Een gen is een stukje DNA met informatie (code) voor de productie van een eiwit, bv. een enzym.
Genen breken geen stoffen af en transformeren geen stoffen.
Stoffen worden afgebroken met behulp van enzymen, niet door mRNA.

DNA-replicatie

4 **A** Door colchicine volgt na de eerste replicatie geen celdeling.
In het eerste medium treedt éénmaal replicatie van het DNA op. Eén van de beide strengen bevat nu DNA met gelabeld thymine. Beide strengen worden dan gerepliceerd in een medium zonder gelabeld thymine. De beide nieuwgevormde strengen zijn niet met thymine gelabeld.

Erfelijk materiaal

5 **C** Bij transcriptie van DNA naar mRNA komt voor thymine uracil in de plaats.
In de streng van het stuk mRNA is het percentage adenine + uracil: 15 + 45% = 60%. Dus in de DNA-streng is het percentage adenine + thymine 60%. Doordat in het dubbelstrengs DNA adenine gekoppeld is aan thymine en guanine aan cytosine, is het percentage adenine gelijk aan dat van thymine en het percentage guanine gelijk aan dat van cytosine.

6 Hoeveelheid DNA na meiose I is p.
Hoeveelheid DNA na meiose II is $\frac{1}{2}$ p.
In de G1-fase is het DNA nog niet gerepliceerd. Voorafgaand aan de meiose I vindt replicatie plaats. Ieder chromosoom bestaat dan uit 2 chromatiden. De hoeveelheid DNA wordt dan 2p.
Doordat na de meiose I het aantal chromosomen is gehalveerd, is de hoeveelheid DNA weer p.
Na de meiose II bestaat ieder chromosoom nog maar uit één chromatide.

Aandoening van de darm

7 **C** Met het product van een gen wordt datgene bedoeld waarvoor dat gen codeert. Een gen codeert voor productie van een eiwit.

©ThiemeMeulenhoff

8 **B** Een gen bestaat uit zeer veel codons die een unieke volgorde voor de codering van de vele aminozuren van een eiwit hebben. Het p53-gen heeft een andere codonvolgorde dan het proto-oncogen.
Bij een puntmutatie wordt een nucleotide in het chromosomaal DNA gewijzigd.
De wijziging van één nucleotide is niet altijd voldoende om het codon zo te wijzigen dat het voor een ander aminozuur codeert.
Het p53-gen is een tumorsuppressorgen en geen proto-oncogen. Een gewijzigd aminozuur in een eiwit leidt nog niet altijd tot een geheel andere werking van het eiwit.

9 De volgorde is: 3 - 2 - 1 - 5 - 4.
Mogelijke uitzaaiing is altijd de laatste fase in een kankerontwikkeling.

Celdeling

10 a = 8, b = 10, c = 6, d= 5, e = 1, f = 4, g = 9, h = 2, i = 11
Twee begrippen zijn niet gebruikt. De beschrijvingen hiervan zijn:
Polen: de beide zijden van de cel van waaruit de spoelfiguur met trek- en steundraden wordt gevormd.
Haploïd: de chromosomen zijn enkelvoudig aanwezig, van ieder type chromosoom één.
BiNaS 76B, ScienceData 14.10,11

11 **B** Het organisme heeft 4 chromosomen per diploïde cel (2n = 4) (zie BiNaS 76B1 en 2, ScienceData 14.10,11).
Delingstadium 1 is de anafase van de mitose, waarbij de centromeren delen en de chromatiden uiteengaan. Delingstadium 2 is de profase van meiose I, waarin crossing-over plaatsvindt. Delingstadium 3 is de anafase van meiose I, waarbij de dubbelstrengs chromosomen (bestaande uit twee chromatiden) verdeeld worden over de celpolen; de centromeren delen zich niet. Delingstadium 4 is de anafase van meiose II, waarbij van het haploïde aantal (n) chromosomen de chromatiden uiteengaan.

12 **B** DNA is het bestanddeel van de chromosomen. De hoeveelheid DNA komt overeen met het aantal enkel-strengs chromosomen of chromatiden. Cel 1 bevat 8 losse chromatiden. Cel 3 bevat 4 chromosomen, ieder bestaande uit 2 chromatiden.

Cellen

13 **B** De beide typen bacteriën (gemuteerd en ongemuteerd) worden van plaat P via de stof op het houten blokje overgebracht naar de platen Q en R. Op plaat R met het volledige medium ontwikkelen zich alle kolonies van plaat P.
Plaat Q bevat een onvolledig voedingsmedium (zonder de specifieke stoffen), waarop de gemuteerde bacteriën zich niet kunnen ontwikkelen.

14 *Beschrijving van de proefopzet en samenstelling van de media:*
Voor de selectie van de mutanten worden bacteriën gekweekt in een medium met penicilline zonder groeifactor.
Voor het verder kweken van de geselecteerde mutanten wordt een medium met groeifactor en zonder penicilline gebruikt.
Bacteriën die een bepaalde groeifactor missen, zijn in een medium zonder groeifactor in het nadeel in vergelijking met de niet-gemuteerde bacteriën, maar zijn dan ook niet gevoelig voor penicilline. Door toevoeging van de groeifactor aan de voeding groeien zij weer normaal.
In de proefopzet moet worden beschreven dat de mutanten eerst moeten worden geselecteerd en dat daarna de mutanten in een passend medium verder kunnen worden gekweekt.

©ThiemeMeulenhoff

Testen op sikkelcelziekte

15 *Voorbeeld van een juiste tekening:*

5' GTG CAC CTG ACT CCT GAG GAG 3'
3' CAC GTG GAC TGA GGA CTC CTC 5'

De complementaire streng juist toegevoegd (als de volgorde van het voorbeeld in de afbeelding wordt gevolgd, hoeven de 5' en 3' kant niet aangegeven te worden).
De knipplaats is zo aangegeven dat beide strengen complementair gelijk eindigen (dus met ANT; N is hier G of C) aan de 3' kant.

Regulatie celcyclus

16 *Voorbeelden van een juiste omstandigheid binnen de cel:*
- De cel moet voldoende zijn uitgegroeid.
- De cel moet voldoende organellen (mitochondriën, ribosomen) bezitten (om een nieuwe cyclus te kunnen starten).
- De cel heeft geen DNA-gebreken.
- De benodigdheden voor de replicatie (nucleotiden, polymerasen) zijn aanwezig.

Voorbeelden van een juiste omstandigheid buiten de cel:
- Er moet een signaal gegeven zijn dat er gedeeld moet worden.
- Er moet behoefte zijn aan groei van het weefsel.
- Er moet een goede voedselvoorziening zijn voor de cel.
- Er moet een juiste temperatuur / pH / zuurstofgehalte zijn.

17 *Voorbeelden van een juist hormoon met celtype:*
- groeihormoon: spiercellen/kraakbeencellen
- EPO: stamcellen in beenmerg (met als gevolg meer rode bloedcellen)
- oestradiol: baarmoederslijmvliescellen
- FSH: follikelcellen, aanmaak spermacellen
- prolactine/progesteron: melkkliercellen
- testosteron: spermacelmoedercellen

Zie BiNaS 89A, ScienceData 28.5,6.

18 **A** Uit de tekst of figuur blijkt geen relatie tussen MPF en de aanmaak van cyclines.
bewering 2: Uit de grafiek bij het diagram blijkt dat de mitose begint als een bepaalde concentratie MPF is bereikt.
bewering 3: De interfase bestaat uit G1-, S- en G2-fase. Daar is Cdk aanwezig, maar dat kan alleen MPF vormen in combinatie met cycline.

19 *Voorbeelden van juiste processen:*
- de afbraak van het kernmembraan
- de vorming van spoeldraden / van de spoelfiguur
- het spiraliseren (condensatie) van de chromatiden
- verdwijnen van de kernlichaampjes

De term 'mitose' is hier een te algemene omschrijving; het geeft een keten van processen aan.

©ThiemeMeulenhoff

5 Genexpressie, RNA en eiwitsynthese

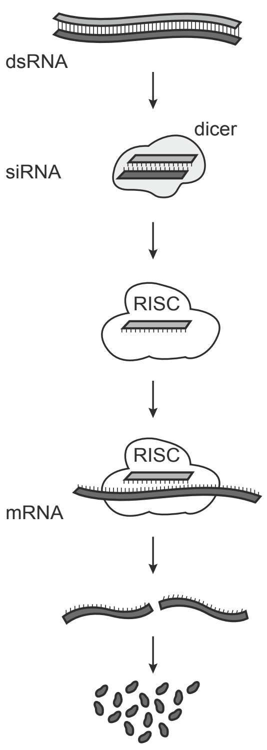
RNA-interferentie in rijst voor nierpatiënt

Bepaalde nierpatiënten hebben belang bij voedingsmiddelen met een laag eiwitgehalte en een hoge energetische waarde. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw wordt voor deze doelgroep een rijstmutant verbouwd met een verlaagd eiwitgehalte. Japanse onderzoekers hebben ontdekt dat de betreffende mutatie het gevolg is van RNA-interferentie.

RNA-interferentie (RNAi) is een manier om de expressie van genen te regelen. Het RNAi-proces verloopt in een aantal stappen (zie afbeelding 1).

1 Het remmen van genexpressie wordt geactiveerd door dubbelstrengs RNA (dsRNA), dat op verschillende manieren in het cytoplasma terecht kan komen.
2 Het lange dsRNA molecuul wordt door het enzym 'dicer' in korte stukjes dubbelstrengs RNA geknipt, die siRNA (small interfering RNA) worden genoemd.
3 De siRNA's worden vervolgens opgenomen in het eiwitcomplex RISC (RNA-induced silencing complex) in het cytoplasma. Daar wordt de 'sense' streng verwijderd, terwijl de 'anti-sense' streng aan RISC gebonden blijft.
4 Deze 'anti-sense'-streng is complementair aan een bepaald stukje rijp mRNA, waardoor dit in het RISCcomplex specifiek gebonden wordt. Het mRNA wordt er in onbruikbare stukjes geknipt.

afbeelding 1



Gevolg is dat het gen waarvan het mRNA afkomstig is tijdelijk niet tot expressie komt.

Hieronder staan drie schematische weergaven van een dubbelstrengs nucleïnezuur.

1 ATGCA TACGT	1 ATGCA TUCGT	1 AUGCA UACGU

1 Met welk nummer is een fragment dsRNA weergegeven?
A 1
B 2
C 3

©ThiemeMeulenhoff

Drie processen die plaatsvinden bij het tot expressie komen van een gen zijn:
1 splicing
2 transcriptie
3 translatie

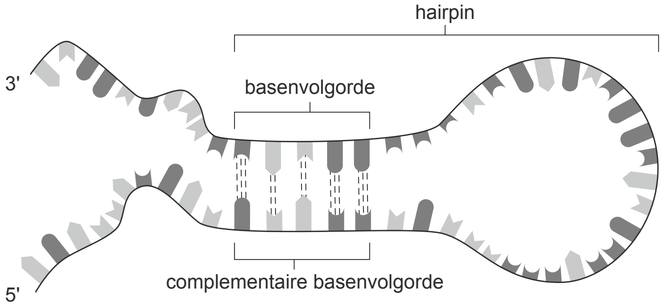
2 Als de expressie van een bepaald gen door aanwezigheid van siRNA wordt geremd, welk van deze processen wordt of welke worden op basis van de informatie in afbeelding 1 dan verhinderd?

A alleen 1
B alleen 2
C alleen 3
D 1 en 2
E 1 en 3
F 2 en 3

3 Beschrijf hoe wetenschappers RNAi kunnen gebruiken om de functie van genen te bepalen.

In een rijstkorrel bestaat ongeveer 60% van de totale hoeveelheid eiwit uit gluteline.
De onderzoeksgroep van Dr Kusaba onderzocht rijstplanten met een laag glutelinegehalte (low glutelin content) als gevolg van de Lgc1-mutatie. Bij deze planten is een deletie van 3,5 kb (kilobase) ontstaan tussen twee verschillende glutelinegenen, die een basenvolgorde omgekeerd complementair ten opzichte van elkaar hebben. Door de deletie ontbreekt het eindsignaal van de transcriptie en wordt van het ene glutelinegen doorgelezen naar het andere. Doordat vervolgens de complementaire delen aan elkaar hechten kan een 'hairpin' (haarspeld) dsRNA-molecuul gevormd worden (zie afbeelding 2).
Door het ontstaan van siRNA van deze hairpin worden alle glutelinegenen geremd.

afbeelding 2

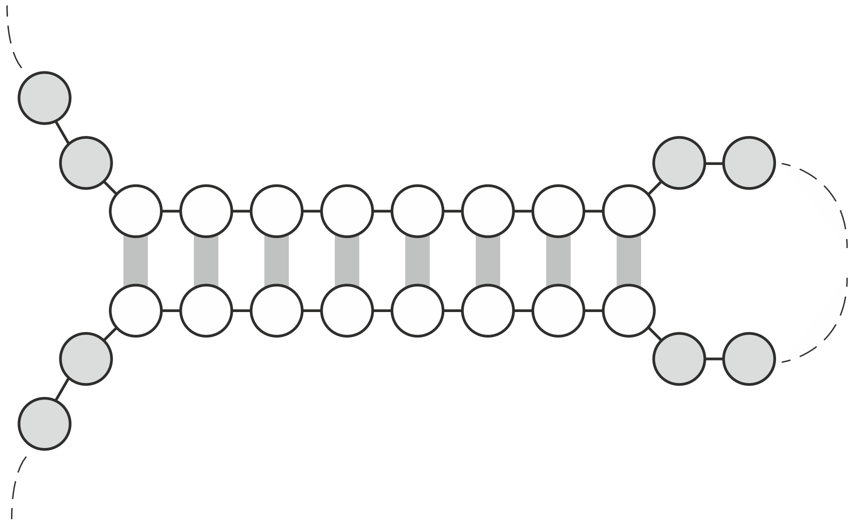


De basenvolgorde van een stukje coderend DNA met twee 'genen', waarbij net als bij de Lgc1-mutatie een hairpin dsRNA kan ontstaan, ziet er als volgt uit:

5' TTTGTGCCACGAATGATTTACCGTGGCACTCCT 3'

Hieronder is een aanzet gegeven voor een afbeelding van de hairpin met dsRNA die op basis van dit stukje DNA kan ontstaan.

4 – Maak de tekening af door in elk leeg rondje van het dsRNA-deel met een letter de juiste base in te vullen.
– Geef de 3' en 5' kant van de keten aan.



In Japan is rijst een belangrijk onderdeel van het voedselpakket.
Nierpatiënten die gewone rijst vervangen door de gluteline-arme rijst blijken minder klachten te hebben en langer zonder dialyse te kunnen.

5 Leg uit dat het eten van gluteline-arme rijst tot vermindering van klachten kan leiden bij mensen met slecht functionerende nieren.

Reparatie van de hartspier

Hartoortjes zijn twee holle flapjes aan de linker- en rechterboezem; ze bevatten stamcellen die in het laboratorium kunnen worden gestimuleerd tot het produceren van vervangend hartweefsel. Uit de hartoortjes kunnen naast stamcellen ook gespecialiseerde hartspiercellen worden geïsoleerd. Die blijken echter minder geschikt voor het herstellen van de hartspier na beschadiging.
Vier mogelijke eigenschappen van cellen zijn:
1 in staat om te delen;
2 in staat om te differentiëren;
3 in staat om ritmisch samen te trekken;
4 in staat om te reageren op elektrische activiteit en op adrenaline.

6 Welke van deze eigenschappen is of zijn kenmerkend voor de stamcellen, waardoor ze geschikter zijn voor reparatie van de hartspier dan de gespecialiseerde hartspiercellen?

A alleen 1
B alleen 1 en 2
C alleen 1, 2 en 3
D alle vier eigenschappen

Bij de volgende opgave moet je informatie 1 gebruiken.

Tomaten-gouden-mozaïek-virus

Via internet is informatie te verkrijgen over genen die coderen voor bepaalde eiwitten. In de internetinformatie is slechts één streng van DNA uitgeschreven. De nucleotidenvolgorde van het mRNA kan uit de nucleotidenvolgorde van het DNA worden afgelezen.

Een leerling 'surft' op internet en komt daar de stikstofbasenvolgorde tegen van DNA van het 'Tomato golden mosaic virus'. Deze internetinformatie is weergegeven in informatie 1.
Er bestaan virussen met enkelstrengs en met dubbelstrengs DNA.

7 Is op grond van de internetinformatie te bepalen of het 'tomaten-gouden-mozaïek-virus' enkelstrengs of dubbelstrengs DNA bevat?

A Nee, dat is daaruit niet te bepalen.
B Ja, daaruit is af te leiden dat het enkelstrengs DNA bevat.
C Ja, daaruit is af te leiden dat het dubbelstrengs DNA bevat.

In de internetinformatie wordt bij 'ORIGIN' van 2524 basen de volgorde gegeven.
Te beginnen met base 460 tot en met base 1230 codeert het DNA voor een eiwit.

8 Wat is in de internetinformatie het triplet in het DNA dat codeert voor het eerste aminozuur van het eiwit?
Voor welk aminozuur codeert dit triplet?

Bij de vermenigvuldiging van het virus in een cel van een tomatenplant vinden onder meer replicatie, transcriptie en translatie plaats.
Processen in een cel van een tomatenplant zijn:
p: vermeerdering van het aantal virale DNA-moleculen,
q: vorming van virale eiwitten,
r: vorming van mRNA dat codeert voor virale eiwitten.

9 Geef bij replicatie, transcriptie en translatie aan welk van de processen p, q of r daarbij hoort.

informatie 1 **'tomaten-gouden-mozaïek-virus' van Internet**

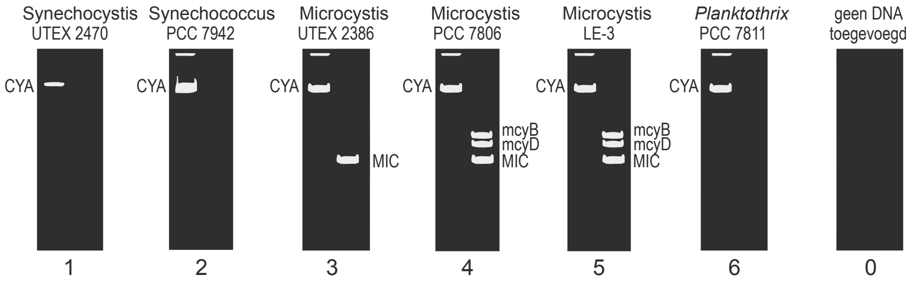
```
  ORGANISM  Tomato golden mosaic virus
            Viridae; nonenveloped viruses;
REFERENCE   1  (bases 1 to 2524)
  AUTHORS   von Arnim,A.G. and Stanley,J.
  TITLE     Symptom determinants of tomato golden mosaic virus are encoded on
            DNA B
  JOURNAL   Unpublished (1991)
COMMENT     NCBI gi: 332216
FEATURES             Location/Qualifiers
     source          1..2524
                     /organism="Tomato golden mosaic virus"
                     /sequenced_mol="DNA"
     CDS             460..1230
                     /gene="DNA B"
                     /note="ORF BR1;  NCBI gi: 332217"
                     /codon_start=1
                     /db_xref="PID:g332217"
                     /translation="MYSTKYRRGLLANQRRGYPRHSTGKRSHNVSRIDFKRRSSKYVH
                     GNDDSKMANQRIHENQFGPEFVMVHNTAISTFITFPSLGKTEPSRSRSYIKLKRLRFK
                     GTVKIERVHVDLSMDGPSPKIEGVFSLVVVVDRQPHLSPTGCLHTFDELFGARIHSHG
                     NLAISSALKDRFYIRHVFKRVISVEKDSTMIDLEGTTSFTNRRFNCWSAFKDFDRQAC
                     NGVYGNISKNAILVYYCWMSDIVSKASTFVSFDLDYVG"

BASE COUNT      737 a    473 c    543 g    771 t
ORIGIN
        1 gaggcgatgg cattttgta attaagaggc ttactaccaa ttgaggaggg gctccaaaag
       61 ttatatgtat tggtagtaag gtagctctta tatattagaa gttcctaagg ggcacgtggc
      121 ggccatccgt ttaatattac cggatggccg cgcgatcgtc ctcccgaccc gtgtccgcga
      181 attgcgccgc attgtcggcc acttggcgtg gtccccatgt gttaaccaat catatttcag
      241 ctgcagagtc ttgttatttc tgcactcatt aactggtccc tttaatttga aatatcttta
      301 gatattgcgg tgtgacgtca ttgataacga catatccaac tttgtttctt ttgacgtgga
      361 ccagttacat tatggcgtgg aagccaatta agcaacatat gcaagaggaa ttttatatat
      421 aaattccata tttaattgag caggatatta taagttaata tgtactcaac aaagtatcga
      481 cgaggattat tagctaatca acgacggggt tatcctcgtc attcaactgg gaaacgttca
      541 cataatgtta gccgcataga ttttaaacgt cgatcaagta agtatgttca tggcaatgat
      601 gatagtaaaa tggcaaacca gcgtatacat gagaaccagt ttggtccaga attcgttatg
      661 gtccataata cagccatatc tacgtttatt acattcccca gtcttggcaa gactgaacca
      721 agccgttcaa ggtcatatat taagttgaaa cgtttacgtt tcaaaggtac tgtcaagatt
      781 gaacgtgtgc acgttgatct tagcatggat gggccttctc caaagattga aggcgtattt
      841 tctcttgttg ttgtagttga tcggcaacca catctcagtc caactggatg tctccacaca
      901 tttgatgagc tatttggcgc caggatccat agtcatggaa atttagctat aagttctgcg
      961 ttgaaggacc gtttttacat tcggcatgtg tttaaacgag tgatatctgt tgagaaggat
     1021 tctacgatga ttgaccttga aggaacgaca tcttttacta ataggcgttt taattgttgg
     1081 tcagcattta aggattttga tcgacaagca tgtaatggag tttatggcaa cataagcaag
     1141 aacgccatat tagtttacta ttgttggatg tcggatattg tgtcaaaggc atcgacattt
     1201 gtatcatttg accttgatta tgtcggatga ataataacaa ttattctagc aataatgtca
     1261 tacttaagcc aatttgaaac aagcaataac atgtaatatc atcacatata ataataaatg
     1321 gatatttatt gcaacgtttt gggctgtgac ggagtacaat ttgtgttaat gcactcttgg
     1381 actgtcgccc ttacaatttc gtttaactgg accatcgaca ttgtgatatt ggattgagtc
     1441 ctctctgccc caattattga tgcagactct cctgggtcta agatggtggt tcccaaccta
     1501 ttaaggtgct tatacggatg cattgcatcc ccctgatcag atcccgcata tgatgggctt
     1561 ggtcctatag tactccttga ggcccaagat tctccaggcc ttaattctat tgggcctgtg
     1621 agcccaatag tggatgtgga ggcggatctg atcatttttc tatcccattt cccatatccc
     1681 acgtggctga aatcgacatc tttatctgta aattgtttgg acaatatttt gacagtgggt
     1741 gcccggaaag ggatatcaac ggagtgttta gctgtcgata atttcagctt ccctttgaat
     1801 ttcgcaaaat gagtcctctg gtgaacatta gagtcgcaaa ctttgtaata tagtttccat
     1861 gggattgggt ctttgagcga gaagaacgac gatgagaaat agtggagatc tatattgcat
     1921 ctcactggaa aagtccatga cgcttgtaag gattcattgt cagtcattct tttgtcgtga
     1981 atctccacga ccacggatcc tgttgcgttt atcggaacct gttgcctgaa ctcaatcaca
     2041 cagtggtcta tcttcataca gctacggctc agtctggcgc ttaattgaga agctgttgac
     2101 ggaaactgca ggattatctc agtcaagtca tgagataact gatattcatc tcggtttgat
     2161 tcaatgtaat tgaatacatt tgggggacaa gctaactgag aatccatata ttatgaaaat
     2221 ctggcctcgc agaggcagcg tttaactgaa aataataagc caagagaata gctatgaaat
     2281 tcaagccttg ctgcaggcag caacgaactg aaaatattag ctcaagagaa tagctatgaa
     2341 attcaaccct cgctgcaggc agtaaggaac tgaaatacta acagataata atcgttcagg
     2401 aaaaataaaa gaagatgtta agcataataa tttagtagcc agatagctaa tcaaaatgtc
     2461 aagagagaat tatcatatat ctgcggagaa ctggaaatgg gtagcatata tataaaacct
     2521 taat
```

Blauwalg

Wanneer er cyanobacteriën in zwemwater worden gevonden, is het belangrijk om snel uitsluitsel te krijgen over de giftigheid ervan. Dat kan door een genetische analyse uit te voeren. Alleen cyanobacteriën met een mcy-gen, dat codeert voor het enzym microcystine synthase, kunnen microcystines produceren.

Van zes verschillende stammen cyanobacteriën wordt in een laboratorium de aanwezigheid van de genen mcyB en mcyD onderzocht.
Als controlegenen gebruiken de onderzoekers het CYA-gen dat alle soorten cyanobacteriën bezitten, en het MIC-gen dat alleen voorkomt in *Microcystis* soorten.
Met behulp van de Polymerase Ketting Reactie (PCR) wordt het DNA van de genfragmenten vermenigvuldigd. De PCR-producten worden geanalyseerd door gelelektroforese.
Het resultaat daarvan is in afbeelding 3 weergegeven.

afbeelding 3



Bij de PCR-techniek wordt gebruikgemaakt van DNA-polymerases, geïsoleerd uit speciale bacteriën.

10 Waardoor zijn menselijke DNA-polymerases niet bruikbaar bij de vermenigvuldiging van DNA door middel van PCR?

Over de resultaten van de gelelektroforese (afbeelding 3) worden twee beweringen gedaan:
1 Alle *Microcystis* cyanobacteriën uit de test zijn giftig;
2 Het resultaat van *Planktothrix* is onbetrouwbaar omdat het controle-gen MIC ontbreekt.

11 Welke bewering wordt of welke beweringen worden door de resultaten ondersteund?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D beide beweringen

Bij dit onderzoek is ook een controlemonster in de gelelektroforese geanalyseerd. Aan dit controlemonster is geen DNA toegevoegd, maar er is wel PCR toegepast.

12 Waardoor maakt deze controlebepaling de analyse betrouwbaarder?

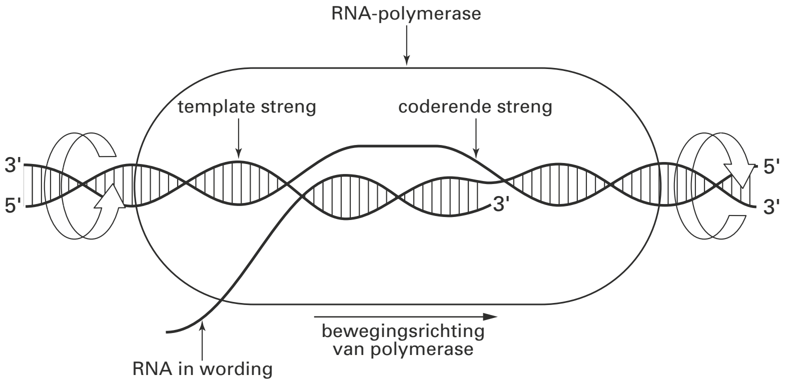
Met behulp van de analyse van genetisch materiaal met gebruik van PCR (zie afbeelding 3) kan een alarmsysteem ontwikkeld worden waardoor overheden vroegtijdig gewaarschuwd worden in welke wateren er mogelijk bloei met giftige blauwalgen kan ontstaan.

13 Beargumenteer waardoor een dergelijke analyse van mcyB en mcyD geschikter is voor een alarmsysteem dan methoden die zich richten op het vinden van de giftige mycrocystines.

DNA en RNA

Afbeelding 4 geeft een schema van de transcriptie weer. Het middenstuk van de spiraal in de afbeelding wordt een ‘RNA-DNA hybride helix’ genoemd, omdat de spiraal uit één streng RNA en één streng DNA bestaat. RNA-polymerase is het enzym met behulp waarvan RNA wordt gesynthetiseerd langs een DNA-matrijs.

afbeelding 4



De twee strengen van het DNA worden de ‘coderende streng’ en de ‘template streng’ genoemd. De ‘template streng’ is de streng waaraan door middel van basenparing het mRNA wordt gevormd.

14 Welk verschil bestaat er tussen de basen van de ‘template streng’ en die van het gevormde mRNA?

Een bepaald eiwit bevat onder andere het aminozuur serine (= Ser).

15 Geef alle tripletten die in het mRNA voor het aminozuur Ser mogelijk zijn.

Door een mutatie verandert de middelste base in het triplet dat in het DNA het aminozuur tryptofaan (= Trp) codeert.

16 Welk aminozuur kan of welke aminozuren kunnen dan in plaats van Trp in de eiwitketen worden ingebouwd?

Een heterotrofe bacterie wordt gekweekt op een voedingsbodem waarin zich alleen stikstofverbindingen met ^{14}N bevinden. Deze bacterie wordt voorafgaande aan de duplicatie overgebracht op een andere voedingsbodem waarin zich alleen stikstofverbindingen met ^{15}N bevinden. Bij duplicatie kan de bacterie daardoor alleen nucleotiden met ^{15}N in zijn DNA inbouwen.
Na drie delingen uitgaande van deze ene bacterie wordt bepaald hoe de verhouding is tussen bacteriën met DNA met uitsluitend ^{14}N, bacteriën met DNA met zowel ^{14}N als ^{15}N en bacteriën met DNA met uitsluitend ^{15}N. Er wordt van uitgegaan dat geen crossing-overs en recombinaties optreden. Er gaan geen bacteriën dood.

17 Wat is deze verhouding na de duplicatie voorafgaande aan de vierde deling?
A $^{14}N/^{14}N : ^{14}N/^{15}N : ^{15}N/^{15}N = 0 : 1 : 7$
B $^{14}N/^{14}N : ^{14}N/^{15}N : ^{15}N/^{15}N = 0 : 7 : 1$
C $^{14}N/^{14}N : ^{14}N/^{15}N : ^{15}N/^{15}N = 1 : 7 : 0$
D $^{14}N/^{14}N : ^{14}N/^{15}N : ^{15}N/^{15}N = 7 : 1 : 0$

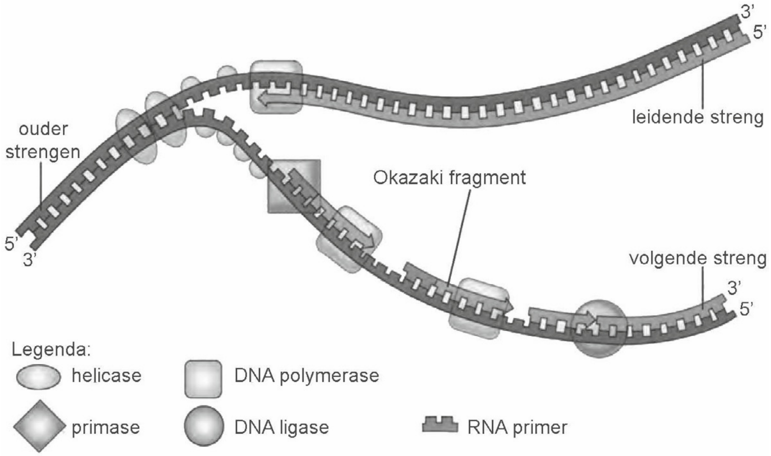
Telomeren

Onderzoekers aan de universiteit van Utah (VS) hebben een test ontwikkeld die bij oudere mensen een indicatie kan geven hoelang zij theoretisch nog te leven hebben. Bij de test worden de uiteinden van chromosomen, de zogenoemde telomeren, bekeken.

Telomeren zijn speciale structuren aan het einde van chromosomen van eukaryote organismen, die bestaan uit een zich herhalende nucleotidenvolgorde 5’ TTAGGG 3’ (zie schematische afbeelding hieronder).

DNA-moleculen hebben bij de replicatie naast het gewone DNA-polymerase het enzym telomerase nodig, dat verlies van DNA aan het uiteinde van een chromosoom kan aanvullen door de telomeren te verlengen.
Naarmate men ouder wordt, worden telomeren korter. Ze beginnen als het ware te krimpen. Dit zou invloed hebben op de celdeling, waardoor cellen vatbaarder worden voor ouderdomsziekten. Wanneer de telomeren te kort zijn, kan de cel niet meer delen.

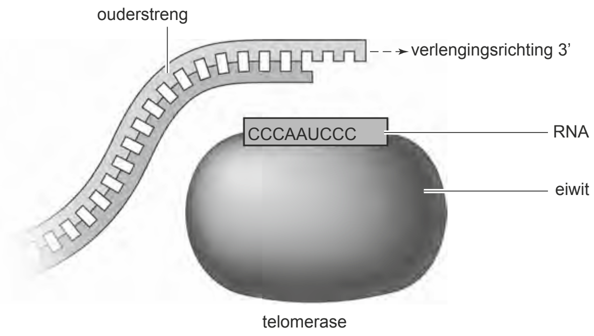
DNA-polymerase kan alleen nucleotiden toevoegen aan het 3’ uiteinde van een reeds gedupliceerd deel van het DNA. Bij de replicatie wordt door het polymerase een kort stukje RNA, de RNA-primer, als startpunt gebruikt. Deze primer wordt kort na de start van de replicatie verwijderd en later vervangen door een DNA-segment. In onderstaande afbeelding is weergegeven hoe replicatie van de leidende en de volgende streng op verschillende wijze plaatsvindt.



De leidende streng en de volgende streng worden niet op dezelfde wijze gerepliceerd. Daardoor wordt één van beide korter dan de bijbehorende matrijsstreng.

18 Welke streng, de leidende of de volgende streng, wordt korter bij replicatie?
Leg uit dat dit een gevolg is van de manier waarop de DNA-replicatie van deze streng plaatsvindt.

Het enzym telomerase bestaat uit twee delen: een eiwitgedeelte en een RNAstreng met ca 450 nucleotiden waarin zich de code CCCAAUCCC bevindt.
In onderstaande afbeelding is dit schematisch weergegeven.



bewerkt naar: E. Passarge, Taschenatlas der Genetik, 2004, Thieme, Stuttgart, 163C

Het telomerase gebruikt een deel van zijn nucleotidenvolgorde (CCCAAUCCC) als matrijs om de ouderstreng (de matrijsstreng) te verlengen in de 5’ → 3’ richting, telkens met de nucleotiden TTAGGG.
Het actieve deel van de RNA-streng bevat een extra drietal cytosine nucleotiden met een andere functie.

19 Wat zal de functie zijn van het drietal cytosine nucleotiden in het actieve deel van het telomerase-RNA?
A Aanhechting aan het DNA van de ouderstreng mogelijk maken.
B Beëindigen van het aflezen van de RNA-streng.
C Het is een deel van de matrijs voor het volgende telomeerfragment.

Door telomerase wordt vanuit een RNA-streng een nieuw stuk DNA-streng opgebouwd. Ook bij bepaalde virussen wordt RNA gebruikt als matrijs voor de opbouw van dubbelstrengs DNA.

20 Geef de naam van het hierbij betrokken virale enzym.

Wanneer de telomeren onvoldoende lengte hebben, wordt de celcyclus onderbroken en stopt de cel voorgoed met delen.

21 In welke fase van de celcyclus zal een dergelijke cel zich bevinden?
A in de G1-fase
B in de S-fase
C in de G2-fase
D in de M-fase

Hints bij hoofdstuk 5

1 De nucleotiden waaruit DNA en RNA opgebouwd zijn verschillend.
2 Er moet eerst mRNA gevormd zijn, voor het door siRNA wordt bewerkt.
3 Met RNAi kun je een gen uitschakelen.
4 Schrijf onder de DNA-keten in de opgave een complementaire RNA-keten.
5 Waar is gluteline uit opgebouwd?
6 Stamcellen hebben nog niet de functies van gedifferentieerde cellen.
7 In de internetinformatie is een streng van het DNA uitgeschreven.
8 Transcriptie van mRNA begint altijd met een startcodon AUG (code voor Met).
9 Transcriptie is ‘overschrijven’, translatie is ‘vertalen’.
10 Waar leven de bacteriën, waaruit de gebruikte DNA-polymerase komt, van nature?
11 Alleen met mcy-genen zijn de cyanobacteriën giftig.
12 Bij een inbraak wordt ook het DNA van de bewoners onderzocht.
13 In een zeer vroeg stadium van algenbloei is microcystine lastig te vinden.
14 Het mRNA bestaat uit Cytosine, Guanine, Uracil en Adenine.
15 Zoek dit op in BiNaS 71, ScienceData 16.9.
16 Als in een triplet van DNA de middelste base verandert, dan verandert in het bijbehorende triplet van mRNA ook de middelste base.
17 Maak een schema van een startbacterie met alleen een ^{14}N-dubbelspiraal die een aantal malen gaat delen in een ^{15}N-omgeving.
18 Bij welke streng is de synthese het meest complex?
19 Er zijn 2 keer drie C-basen afgebeeld in het diagram.
20 De enzymen zijn te vinden in BiNaS 77C, ScienceData 14.17.
21 Op welk moment kan duplicatie niet meer optreden?

Uitwerkingen bij hoofdstuk 5

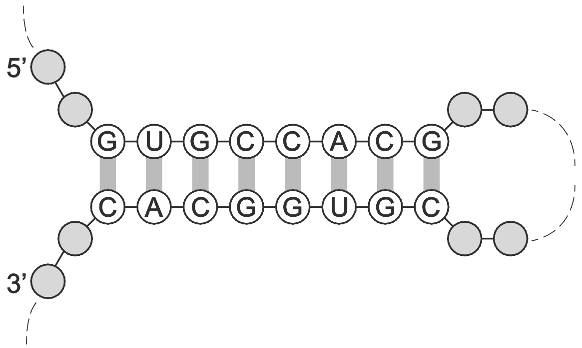
RNA-interferentie in rijst voor nierpatiënt

1 **C** RNA bevat Guanine (G), cytosine (C), adenine (A) en uracil (U), geen thymine (T).
DNA bevat Guanine (G), cytosine (C), adenine (A) en thymine (T), geen uracil.

2 **C** Het mRNA is ontstaan door transcriptie en splicing. (BiNaS 71H, E, ScienceData 16.6) Het siRNA remt de expressie doordat het met behulp van RISC het mRNA in onbruikbare stukjes knipt. De stukjes mRNA kunnen dan niet meer door de ribosomen vertaald worden (translatie) naar eiwit.
Splicing heeft al voor dit proces plaatsgevonden, omdat er in stap 4 sprake is van rijp mRNA, dus geen pre-mRNA dat nog splicing moet ondergaan.

3 Als door middel van RNAi een bepaald gen uitgeschakeld wordt, blijkt (doordat er iets mis gaat in het functioneren van het organisme) welke functie het gen(product) heeft.

4 *Voorbeeld van een juist ingevulde hairpin:*



De tweemaal acht complementaire basen zijn volledig juist geplaatst.
Het 5’- en 3’-uiteinde zijn aangegeven bij de juist ingevulde basen.
Na transcriptie op het gegeven DNA-deel ontstaat mRNA en daarvan moet een complementaire reeks dsRNA gevormd worden. Deze reeks is dus gelijk aan het gegeven DNA-stuk maar iedere T is vervangen door U. Schrijf deze keten op in de vorm van afbeelding 2, dus het midden in de rechterbocht. Zet lijnen tussen basen die elkaar kunnen binden.

5 Doordat er minder eiwit/gluteline (in het eten) aanwezig is, zal er minder ureum ontstaan door eiwitafbraak. Daardoor is er minder ophoping van ureum in de nieren / in het bloed (en dus vermindering van de klachten).
De nieren hoeven minder ureum uit te scheiden en hoeven dus minder hard te werken.

Reparatie van de hartspier

6 **B** Voor reparatie zijn veel cellen en dus celdelingen nodig. Stamcellen kunnen zich tot verschillende cellen differentiëren, waaronder hartspiercellen.
Stamcellen hebben (nog) niet de eigenschappen van hartspiercellen (ritmisch samen kunnen trekken, reageren op elektrische activiteit en adrenaline).

Tomaten-gouden-mozaïek-virus

7 **A** Er wordt alleen informatie gegeven over één reeks nucleotiden. Er staat niet bij of er nog een complementaire streng is. Het is dus niet te bepalen.

8 ATG (460 - 461 - 462); codeert voor methionine / Met / M.
Te beginnen met 460, zijn de eerste nucleotiden die coderen voor het eiwit:
460 - 461 - 462, dus ATG.
Transcripie van mRNA begint altijd met het startcodon AUG dat ook voor methionine (M) codeert. Ook in de internetinformatie staat bij '/translation' dat het eerste (start)aminozuur met 'M' is aangeduid.
Het corresponderende DNA-triplet, waarvan AUG overgeschreven is, is TAC.
Het eerste triplet ATG dat in de informatie is weergegeven, is dus niet van de streng die werd overgeschreven, maar van de gekoppelde DNA-streng (volgens afbeelding 3 de coderende streng).

9 replicatie = p; transcriptie = r; translatie = q

DNA en RNA

10 Door de hoge temperatuur tijdens de PCR denatureert een menselijke DNA-polymerase / wordt een menselijke DNA-polymerase onwerkzaam.
De PCR-techniek wordt uitgevoerd met behulp van enzymen verkregen uit bacteriën die leven in hete geisers van vulkanisch actieve gebieden.

11 **A** Uit de tekst valt af te leiden dat alleen door algen met het mcy-gen gif wordt geproduceerd. Alleen bij testresultaten 4 en 5 wordt het mcy-gen aangetoond.
Het controle-gen MIC komt alleen voor in Mycrocystussoorten en wordt in deze proef niet aangetoond in Planktothrix; dit was te verwachten en de proef is dus hierdoor niet onbetrouwbaar.

12 Hiermee kan worden uitgesloten dat / worden gecontroleerd of tijdens het onderzoek (PCR en elektroforese) monsters met DNA (mcyB en mcyD) zijn verontreinigd.

13 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Door PCR-analyse kunnen lagere concentraties giftige blauwalgen worden gevonden, waardoor preventieve maatregelen genomen kunnen worden voordat de zwemmers gevaar lopen.
- Uit de genetische analyse blijkt of er potentieel giftige blauwalgen zijn, voordat er al zo veel gifstoffen zijn geproduceerd dat het gevaarlijk is voor de mensen.

Uit de argumentatie moet blijken dat door het in een vroeg stadium aantonen van de potentiële giftigheid een (voor de gezondheid) gevaarlijke situatie wordt voorkomen.

©ThiemeMeulenhoff

DNA en RNA

14 De template streng heeft T in plaats van U.
In RNA komt geen thymine zoals in DNA voor, maar in plaats daarvan uracil. In DNA is bij de basenparing thymine gekoppeld aan adenine. Aan adenine in de template streng van DNA wordt in de mRNA-streng uracil gekoppeld.

15 UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC.
In BiNaS 71G, ScienceData 16.9 kunnen de tripletten worden opgezocht van alle aminozuren. Ser (serine) komt hierin zes keer voor. Vier keer met als eerste base U, tweede base C, en derde basen U, C, A, G. En twee keer met als eerste base A, tweede base G, en derde basen U en C.

16 Ser (serine) en Leu (leucine).
In BiNaS 71G, ScienceData 16.9 kan het triplet in mRNA van Trp worden opgezocht: UGG. De template streng dient als een mal van de coderende streng. De mRNA die daarop wordt gevormd, krijgt daardoor een overeenkomstige basevolgorde als de coderende streng, maar daarin is thymine vervangen door uracil. UGG komt daardoor overeen met AGG in de coderende streng van DNA. Als hierin de middelste base door een mutatie verandert, zal ook de tweede base in de mRNA-code gewijzigd zijn (U?G).
In mRNA kan U?G behalve voor Trp, ook de genetische code zijn voor Leu, Ser en STOP (= einde translatie).

17 **A** Vóór de eerste deling vormen zich twee chromosomen met elk een ^{14}N-keten en een ^{15}N-keten. Na de eerste deling zijn er 2 bacteriën met elk ^{14}N/^{15}N.
Na de tweede deling zijn er 4 bacteriën: 2 met ^{14}N/^{15}N en 2 met ^{15}N/^{15}N.
Na de derde deling zijn er 8 bacteriën: 2 met ^{14}N/^{15}N en 6 met ^{15}N/^{15}N.
Nu vindt duplicatie plaats voorafgaande aan de vierde deling. Er zijn dan geen DNA-moleculen met ^{14}N/^{14}N, 2 DNA-moleculen met ^{14}N/^{15}N en 14 met ^{15}N/^{15}N.

Telomeren

18 **De volgende (lagging) streng wordt korter bij replicatie.**
Soms is het resterende aantal nucleotiden te klein om het primase / om de primer / om het DNA-polymerase aan te hechten en het laatste Okazaki-fragment te vormen.

19 **A** Doordat de ouderstreng altijd eindigt met het telomeer TTAGGG, kunnen aan de -GGG de eerste CCC- van RNA telomerase gekoppeld worden.
B: De RNA-streng wordt geheel afgelezen, waardoor een compleet telomeer ontstaat.
C: De extra CCC zijn de eerste drie van RNA, en bedoeld voor aanhechting aan de ouderstreng; de laatste drie CCC zijn wel een deel van de matrijs voor het volgende telomeerfragment (dat eindigt met GGG, zie de vorige vraag).

20 Het virale enzym voor de opbouw van dubbelstrengs-DNA is reverse-transcriptase / (RNA-afhankelijk) DNA-polymerase.
De enzymen zijn te vinden in BiNaS 77C, ScienceData 14.17.

21 **A** Als de telomeren te kort zijn, is celdeling onmogelijk. Replicatie vindt in de S-fase plaats. Daaraan wordt alleen begonnen als die ook kan worden afgemaakt.
De cel stopt nu bij het controlepunt ervoor in de G_1-fase.
(zie celcyclus, controlepunten in BiNaS 76A, ScienceData 14.8)

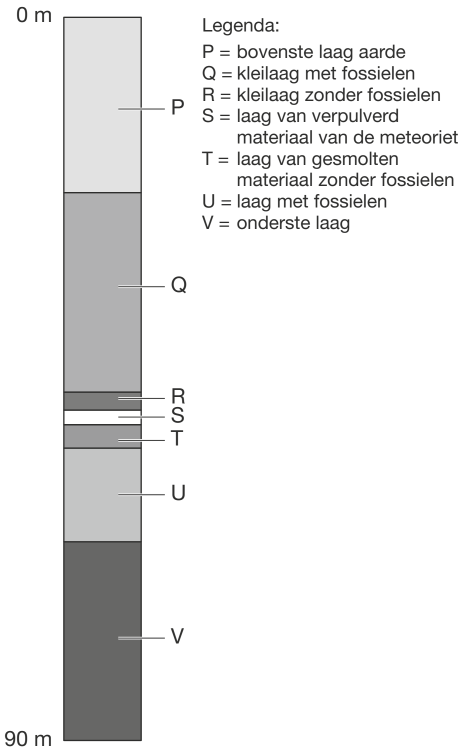
©ThiemeMeulenhoff

6 Evolutie: soortvorming en selectie

Meteoriet voor dinosauriërs geen geschenk uit de hemel!

Ongeveer 65 miljoen jaar geleden stierven de dinosauriërs in een relatief korte tijd uit. Over dit uitsterven zijn verschillende hypothesen opgesteld.
De hypothese die op dit moment het meest waarschijnlijk wordt geacht, is dat de dinosauriërs als gevolg van de inslag van een reusachtige meteoriet (diameter 10 tot 20 kilometer) zijn uitgestorven. De bij de inslag ontstane stof- en aswolken zouden het zonlicht dusdanig hebben geblokkeerd dat de aarde in een diepe duisternis werd gehuld. Bovendien daalde de temperatuur drastisch. Een groot deel van het leven op aarde – ongeveer 70% – werd door deze ramp gedood. Ook dinosauriërs overleefden de inslag niet.
Onlangs heeft het team van Richard Norris, verbonden aan de Nationale Amerikaanse Wetenschapsstichting (NSF) in drie boormonsters in de Golf van Mexico onmiskenbaar sporen van de meteoriet zelf en van de gevolgen van de inslag gevonden.
Het team van Norris meent voldoende gegevens te hebben verzameld om de bovengenoemde hypothese te kunnen bevestigen.

afbeelding 1



De wetenschappers hebben 90 meter diep in de bodem van de zee geboord. In afbeelding 1 is schematisch een boorprofiel van het onderzochte gebied weergegeven. De verschillende lagen zijn daarbij *niet* op schaal getekend. Zowel in laag Q als in laag U worden fossielen gevonden. In laag Q zijn hierbij geen fossielen van dinosauriërs, in laag U wel.

1 Leg uit waardoor deze waarneming een ondersteuning is voor de hypothese dat de meteoriet oorzaak is geweest van het uitsterven van de dinosauriërs.

Direct na de inslag waren vrijwel alle organismen dood in de zee die nu de Golf van Mexico heet. In kleilaag Q worden veel verschillende fossielen aangetroffen.
Hieruit werd geconcludeerd dat er na enige tijd weer veel leven was in dit gebied.
Over het opnieuw voorkomen van verschillende soorten in dit gebied in de periode na de inslag van de meteoriet worden de volgende beweringen gedaan:
1 Organismen zijn geïmmigreerd uit andere gebieden.
2 Er is evolutie opgetreden.

2 Welke bewering kan of welke kunnen juist zijn?
A geen van beide
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D de beweringen 1 en 2

©ThiemeMeulenhoff

Na de inslag van de meteoriet zijn in een periode van 65 miljoen jaar soorten ontstaan die voor de inslag op aarde niet voorkwamen.
Hierover worden de volgende beweringen gedaan:
1 De nieuwe soorten zijn ontstaan doordat de overlevende individuen zich fenotypisch aanpasten aan de nieuwe omstandigheden.
2 Door mutaties konden uit de soorten die de inslag hadden overleefd, nieuwe soorten ontstaan.
3 Geografische isolatie is een belangrijke factor geweest bij het ontstaan van nieuwe soorten uit soorten die de inslag hadden overleefd.

3 Welke van deze beweringen is of welke zijn volgens de (neo-)darwinistische evolutietheorie juist?
A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C de beweringen 1 en 2
D de beweringen 1 en 3
E de beweringen 2 en 3
F de beweringen 1, 2 en 3

Fokken met Siamese katten

Siamezen zijn geliefd om hun unieke vachttekening. Fokkers kiezen soms opzettelijk voor inteelt, ook als de populatie groot genoeg is.

4 Wat is het voordeel van opzettelijke inteelt voor een fokker?

Om een ras gezond te houden is het belangrijk te fokken met een grote groep, en inteelt te vermijden. Dat lukt niet altijd door gebrek aan voldoende geschikte raskatten. De fokker moet ook rekening houden met 'genetic drift': verandering van allelfrequenties binnen een populatie door toevalsfluctuaties.
Drie beweringen in verband hiermee zijn:
1 Inteelt leidt in een populatie tot afname van de heterozygotie;
2 Door genetic drift kan in een populatie verlies van allelen optreden;
3 Hoe kleiner de populatie, hoe groter het effect van genetic drift.

5 Welke van deze beweringen is of zijn juist?
Zet de nummers 1 tot en met 3 onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter of de betreffende bewering juist of onjuist is.

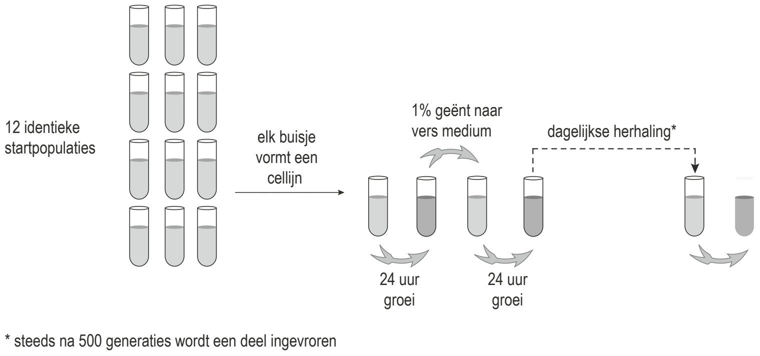
Evolutie in een flesje

In 1988 begon Dr. Lenski van de Michigan State University een langlopend experiment om meer te weten te komen over de snelheid van evolutionaire processen en de herhaalbaarheid daarvan. Dit experiment loopt nog steeds en vormt een belangrijke bijdrage aan de verdere ontwikkeling van de evolutietheorie.

©ThiemeMeulenhoff

Lenski begon met één bacterie *Escherichia coli*, die hij tot een kolonie liet uitgroeien. Daarna verdeelde hij de bacteriën uit deze kolonie over twaalf buisjes met voedingsmedium (zie afbeelding 2). Dat waren de startpopulaties van 12 cellijnen. Elke dag entte hij één procent (± $5 \cdot 10^8$ bacteriën) van iedere cellijn in een nieuw buisje met vers voedingsmedium. Van elke 500ste generatie werd steeds een deel ingevroren bij -80°C. Deze bevroren 'fossielen' kunnen weer geactiveerd en onderzocht worden.

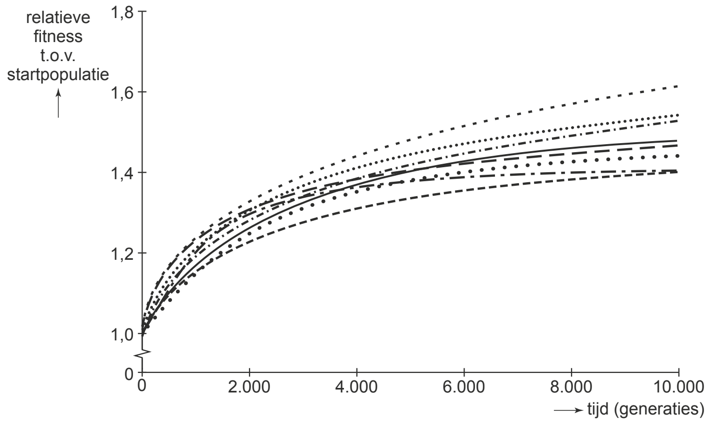
afbeelding 2



In Lenski's experiment ontstaat er gemiddeld elke 3,5 uur een nieuwe generatie. In zijn laboratorium zijn al meer dan 50.000 generaties *E. coli* gekweekt.

Al snel na het begin van het experiment, gedurende de eerste 2000 generaties, bleek er sprake te zijn van overeenkomstige veranderingen van de bacteriën in de buisjes. In alle twaalf cellijnen was een aanzienlijke toename van de fitness waar te nemen: alle bacteriën werden groter en de gewenningsperiode (tijd tot de eerste deling na het overenten) van de bacteriën werd steeds korter. De toename van de fitness ten opzichte van de startpopulatie (de relatieve fitness) van een aantal cellijnen is weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 3



In het diagram van afbeelding 3 zijn globaal twee fasen te onderscheiden: de relatieve fitness stijgt aanvankelijk snel (de eerste 2000 generaties) en daarna steeds minder snel (tot aan de 10.000ste generatie).

6 Leg uit in drie stappen waardoor de gewenningsperiode van de bacteriën in de verschillende cellijnen gedurende de eerste 2.000 generaties steeds korter werd.

7 Verklaar waardoor de gewenningsperiode bij latere generaties minder sterk verandert.

8 Geef een verklaring voor het onderlinge verschil in relatieve fitness van de verschillende cellijnen na 10.000 generaties.

In de loop van een etmaal daalt de concentratie glucose in het medium: halverwege de dag ontstaat er als het ware een hongersnood voor de bacteriën. Het door Lenski gebruikte voedingsmedium bevat naast glucose ook een overmaat aan citroenzuur, dat in de regel onder aerobe omstandigheden niet door E. coli gebruikt kan worden als energiebron. Doordat de buisjes constant geschud worden, is er altijd voldoende zuurstof in het medium. In de 33.000ste generatie bleek een van de cellijnen een grote hoeveelheid van een E. coli variant te bevatten die wél onder aerobe omstandigheden citroenzuur kan gebruiken. Deze variant wordt Cit^+ genoemd. De Cit^+-variant was al in de 31.500ste generatie ontstaan.

Het team van Lenski heeft met behulp van de ingevroren bacteriën achteraf kunnen bepalen dat de Cit^+-variant in deze cellijn in de 31.500ste generatie voor het eerst aanwezig was.

9 Beschrijf een mogelijke werkwijze voor deze bepaling. Geef aan:
- welke generaties ingevroren bacteriën in ieder geval geactiveerd zijn;
- welk voedingsmedium gebruikt kan zijn;
- wat het resultaat was.

Na het ontstaan van de Cit^+-variant in de 31.500ste generatie duurde het enige tijd voordat de uitbreiding van deze *E. coli* variant in de 33.000ste generatie zichtbaar werd door de hogere populatiedichtheid.

10 Hoeveel maanden duurde dat ongeveer?

A 4
B 7
C 20
D 26
E 55

In het experiment van Lenski is in één van de cellijnen een Cit^+-variant talrijk geworden. Door de opzet van het experiment van Lenski heeft het founder effect (stichter effect) hierbij een rol gespeeld.

11 Beschrijf hoe de snelle toename van de Cit^+-variant in één van de cellijnen toegeschreven kan worden aan het founder effect.

Lactasegen en evolutie

tekst 1
Bij mensen bevat chromosoom 1 het gen voor lactase. Het enzym lactase is nodig voor de omzetting van lactose, een suiker die in melk voorkomt.
Bij de geboorte is het gen voor lactase in cellen van het verteringsstelsel geactiveerd, op latere leeftijd wordt het uitgeschakeld. Dat is ook begrijpelijk: melk drink je als baby en het zou zonde zijn van de energie om ook daarna nog dat enzym te blijven maken. Maar een paar duizend jaar geleden leerden mensen de truc om de melk van gedomesticeerde dieren te drinken. Voor kinderen was dat prima, maar voor veel volwassenen bleek de lactose uit de melk niet te verteren. Zij kregen na het drinken van melk last van buikkrampen en diarree.
Tegenwoordig kan meer dan 70% procent van de mensen van West-Europese herkomst hun hele leven lang probleemloos melk drinken en verteren, tegen minder dan 30% in delen van Afrika, Oost- en Zuidoost-Azië en Oceanië. Het percentage mensen dat lactose kan verteren, verschilt van bevolkingsgroep tot bevolkingsgroep en van plaats tot plaats. Alle volken met een groot percentage melkdrinkers, zoals de Toearegs in de Sahara, de Bedoeïnen uit de Arabische woestijnen, de Ieren, de Tsjechen en Spanjaarden hebben een veehoudersverleden met een lange geschiedenis van schapen-, geiten- of rundveehouderij.

naar: M. Ridley, Genoom, het recept voor een mens, 1999, 170 e.v.

Om de verschillen in het drinken van melk tussen verschillende bevolkingsgroepen te verklaren worden onder andere de volgende twee hypothesen geformuleerd.
1 Mensen gingen melk drinken op plekken waar, door gebrek aan zonlicht, behoefte was aan een extra bron van vitamine D.
2 Mensen gingen melk drinken in droge gebieden waar behoefte was aan een extra bron van vocht.

Een leerling leest tekst 1 en is van mening dat beide hypothesen verworpen kunnen worden.

12 Geef voor elk van de hypothesen 1 en 2 een argument op grond waarvan deze hypothese verworpen kan worden. Maak bij het formuleren van argumenten gebruik van gegevens in de tekst.

Het hoge percentage melkdrinkers in een bepaalde bevolkingsgroep kan worden verklaard met een evolutietheorie.
Volgens de evolutietheorie die Darwin in de tweede helft van de negentiende eeuw formuleerde, ontstaan verschillen door erfelijke variatie en natuurlijke selectie.
In willekeurige volgorde worden vijf beweringen gegeven.
1 Door het voorbeeld van melkdrinkers te volgen, ontwikkelen alle volwassenen in de groep het vermogen lactose te verteren.
2 Door melk te drinken, ontwikkelt een volwassene gedurende zijn leven het vermogen om lactose te verteren.
3 Kinderen van mensen met het vermogen om als volwassene lactose te verteren, hebben een grote kans om als volwassene ook lactose te kunnen verteren.
4 Kinderen waarbij het lactasegen niet wordt uitgeschakeld, hebben een grotere overlevingskans dan kinderen waarbij dat wel gebeurt.
5 Volwassenen die lactose kunnen verteren, bezitten een mutantgen dat zorgt dat het lactasegen niet uitgeschakeld wordt.

13 Geef aan welke van deze beweringen aansluiten bij de huidige (neo-darwinistische) evolutietheorie. Schrijf alleen de nummers op.

Kou en selectiedruk bij inktvissen

Gewone octopussen (*Octopus vulgaris*) komen voor in de drie grote oceanen in gematigd tot zeer warm water. Antarctische octopussen (*Pareledone sp.*) leven rond de Zuidpool in water tot -1.8°C. De twee geslachten *Octopus* en *Pareledone* zijn uit een gemeenschappelijke voorouder ontstaan, hebben kleine verschillen in de bouw en werking van hun K^+-kanalen.
Charles Darwin schreef rond 1859 zijn theorie over de gemeenschappelijke afstamming van soorten in het boek ‘On the origin of species’.
Drie (onvolledige) beschrijvingen van het ontstaan van de twee hierboven beschreven octopusgeslachten zijn:
1 Tussen de vele nakomelingen van de gemeenschappelijke octopus- voorouder is er een strijd om het bestaan. Door natuurlijke selectie blijven in een bepaald gebied alleen diegenen over die het best aangepast zijn aan de omgeving.
2 Sommige octopussen konden door een mutatie beter tegen koud water dan andere. Rond Antarctica overleefden vooral de nakomelingen van de octopussen die bestand tegen de kou waren; de minder goed aangepaste octopussen in het gebied verdwenen op den duur.
3 Doordat de octopussen in koude wateren zich steeds beter aanpasten aan de koude omstandigheden, en ze niet meer in contact kwamen met octopussen in warme wateren, veranderden de genotypes zo sterk in beide populaties dat er uiteindelijk geen onderlinge voortplanting meer mogelijk was.

14 Welke van deze beschrijvingen zou Darwin, met de kennis van toen, kunnen hebben gebruikt om het ontstaan van deze twee soorten octopussen uit een gemeenschappelijk voorouder te verklaren? Schrijf de drie nummers onder elkaar op je antwoordblad en zet erachter ‘wel’ of ‘niet’.

Puntmutatie Gly83 in het CLCNKA-gen

Mensen die homozygoot zijn voor het allel Gly83, maar ook mensen die hiervoor heterozygoot zijn, hebben een grotere kans op hartfalen. De groep Nederlanders die dit risico loopt is groot, want de allelfrequentie van het Gly83-allel is 0,5 in de Noord-Europese bevolkingsgroep. Dit gegeven zou gebruikt kunnen worden om de grotere kans op hartfalen als gevolg van de Gly83-mutatie van deze fractie Nederlanders te berekenen.
Twee kenmerken van Nederlanders uit de Noord-Europese bevolkingsgroep zijn:
1 Zij leven niet in een geïsoleerde voortplantingspopulatie;
2 De mensen met het Gly83-allel hebben een verhoogde sterftekans.

15 Door welk kenmerk of welke kenmerken mag de wet van Hardy-Weinberg strikt genomen niet worden gebruikt voor het berekenen van de grotere kans op hartfalen als gevolg van de Gly83-mutatie van deze fractie Nederlanders?
A alleen door 1
B alleen door 2
C door beide kenmerken

Tasmaanse duivel

Het grootste carnivore buideldier, de Tasmaanse duivel (Sarcophilus harrisii), dreigt ten onder te gaan aan een besmettelijke vorm van aangezichtskanker: Devil Facial Tumour Disease (DFTD). Biologen van verschillende disciplines zoals immunologen, genetici en natuurbeheerders, verenigd in het 'Save the Tasmanian Devil' programma, werken samen om de Tasmaanse duivel voor uitsterven te behoeden.
Tasmaanse duivels kwamen vroeger in heel Australië voor. Toen twaalfduizend jaar geleden de zeespiegel steeg, werd de populatie op Tasmanië geïsoleerd van die op het Australische vasteland. Op het vasteland zijn ze nu uitgestorven.
Door deze gebeurtenissen in het verleden is er nu een geringe genetische diversiteit in de populatie Tasmaanse duivels.

16 – Geef een verklaring voor het verlies van diversiteit aan de hand van het flessenhals (bottleneck) effect.
– Verklaar waardoor sindsdien de diversiteit gering gebleven is.

De ziekte DFTD heeft dieren in het Westenn van Tasmanië nog niet bereikt. Hamish McCallum, een ecoloog aangesloten bij het 'Save the Tasmanian Devil' programma, geeft een aantal opties voor het behoud van de Tasmaanse duivels:
1 alle zieke dieren afmaken;
2 niet-besmette individuen in afgeschermde gebieden isoleren;
3 individuen die immuun zijn onderling kruisen;
4 een vaccin ontwikkelen.

Een afgeschermd gebied is bijvoorbeeld een dierentuin. Daar zouden de dieren zolang kunnen leven, met het vooruitzicht ze terug te brengen in de natuur als de ziekte daar overwonnen is.

17 Beschrijf twee nadelen van het instandhouden van de Tasmaanse duivel in dierentuinen, met het doel ze later weer uit te zetten in de natuur.

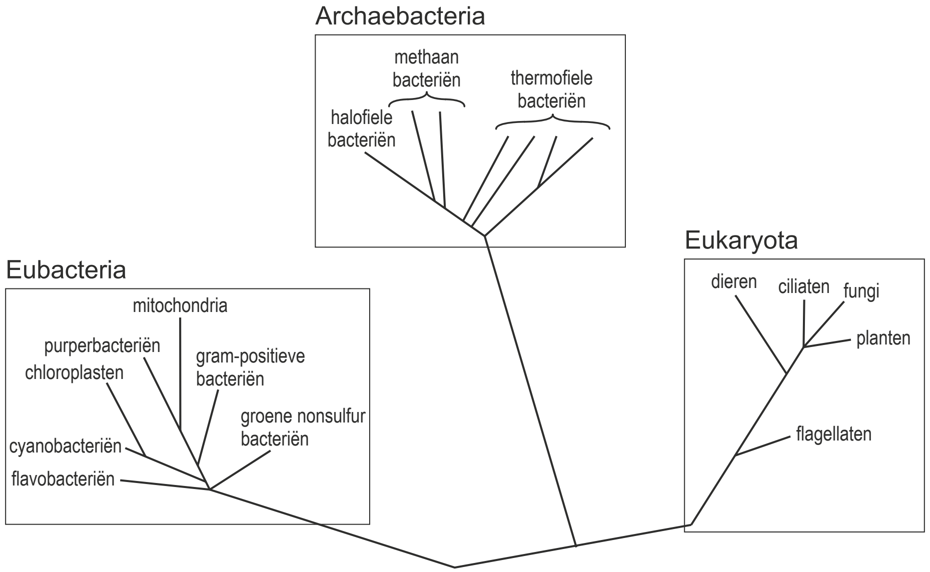
rRNA

De genetische overeenkomst van soorten kan mede worden bepaald op grond van de aminozuurvolgorde van bepaalde homologe eiwitten. Of andere macromoleculen hiervoor geschikt zijn, hangt af van de diversiteit en de evolutionaire stabiliteit van deze macromoleculen. Ribosomaal RNA (rRNA) is voor dit doel geschikt.

18* Is rRNA geschikt doordat de moleculen een geringe of een grote diversiteit vertonen?
Is rRNA geschikt doordat de moleculen een geringe of een grote evolutionaire stabiliteit hebben?
A door een geringe diversiteit en een geringe evolutionaire stabiliteit
B door een geringe diversiteit en een grote evolutionaire stabiliteit
C door een grote diversiteit en een geringe evolutionaire stabiliteit
D door een grote diversiteit en een grote evolutionaire stabiliteit

Organismen kunnen op grond van onder andere anatomische kenmerken worden ingedeeld in vier rijken. Op grond van rRNA-onderzoek worden organismen ook wel ingedeeld in drie domeinen: eubacteria, archaebacteria en eukaryota. In afbeelding 4 is de indeling in deze domeinen weergegeven.

afbeelding 4



naar: T.D. Brock en M.T. Madigan, Biology of microorganisms, 1991, 688

Binnen de drie domeinen kun je bepaalde kenmerken vergelijken. In de onderstaande tabel zijn een aantal kenmerken gegeven.

19* Vul onderstaande tabel volledig in op grond van de gegevens in afbeelding 4.

domein	wel of geen kernmembraan[1]	wel of geen celwand[1]	autotroof of heterotroof[1]	wel of geen cellulaire compartimentering[1]
Archaebacteria	geen	wel	beide	geen
Eubacteria	…	…	…	…
Eukaryota	…	…	…	…

[1] *Vul in 'beide' als binnen het domein sommige organismen dit kenmerk wel hebben en andere organismen niet.*

Hints bij hoofdstuk 6

1 Welke laag is het oudst?
2 Wat zie je na verloop van tijd op een nieuw vulkanisch eiland?
3 Volgens de neodarwinistische evolutietheorie veranderen genotypen in de loop van de tijd.
4 Voor een fokker is het makkelijker als de nakomelingen er steeds hetzelfde uitzien.
5 Kinderen van neef en nicht hebben minder overgrootouders.
6 Erfelijke informatie is de basis van eigenschappen van organismen.
7 Hoeveel kun je je cijfer nog verbeteren als je al een heel hoog cijfer hebt?
8 Bij veel soorten zijn verschillende rassen ontstaan.
9 Ook de 31.000ste generatie is getest.
10 Hoe lang duren 15 generaties? Hoeveel dagen zitten er in een maand?
11 Tijdens het experiment vond elke dag met elke stam een enting plaats.
12 Let op het melkdrinken van Toearegs en de leren.
13 Tijdens het leven verworven eigenschappen zijn niet erfelijk.
14 Het woord gen en ook het begrip daarvan bestonden niet tijdens Darwins leven.
15 Alleen allelen die geen voor- of nadeel opleveren voor de soort vallen onder deze wet.
16 In een grotere groep van een soort is er in het algemeen grotere variatie aan genen.
17 Deze nadelen betreffen gedrag en variabiliteit.
18 De overeenkomst van soorten blijkt uit de overeenkomst van mRNA.
19 Zoek indelingscriteria op in BiNaS of ScienceData.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 6

Meteoriet voor dinosauriërs geen geschenk uit de hemel!

1 Laag U is van vóór de inslag en laag Q van daarna.
In laag Q, die is gevormd na laag S, komen geen fossielen van dinosauriërs meer voor.

2 **D** De zee die nu Golf van Mexico heet staat in open verbinding met andere wateren waar vanuit immigratie mogelijk is.
Bij de eventueel overlevende organismen en de geïmmigreerde organismen kan in de loop van de tijd evolutie zijn opgetreden.

3 **E** Volgens de evolutietheorie kunnen nieuwe soorten ontstaan doordat een soort geïsoleerd raakt. Als er door mutatie andere genotypen ontstaan, kunnen die vervolgens door natuurlijke selectie uiteindelijk als nieuwe soort overblijven.
Fenotypische veranderingen zijn niet erfelijk en leiden dus niet tot nieuwe soorten.

Fokken met Siamese katten

4 Door met verwanten te kruisen is de kans groter dat de nakomelingen homozygoot zijn voor de (voor het ras / voor de vachtkleur) gewenste genen.

5 1 juist ; 2 juist ; 3 juist
Door inteelt komen genen bij elkaar die uit dezelfde voorouder voortkomen. De kans dat daardoor homozygotie voor bepaalde genen ontstaat is daardoor groter.
Door genetic drift veranderen de genfrequenties in een populatie; er zijn genen die vaker gaan voorkomen en andere waarvan de frequenties dalen of zelfs verdwijnen.
Voortplanting en erfelijkheid berusten grotendeels op toeval. Het gemiddelde genotype van een soort zal, in de loop van de tijd, weinig veranderen in een grote populatie.

Evolutie in een flesje

6 Door mutatie 'begonnen' bepaalde bacteriën na overenten sneller met delen / hadden een kortere gewenningsperiode dan de andere bacteriën.
Deze bacteriën kregen daardoor (in een etmaal) relatief meer 'nakomelingen' / konden zich sneller voortplanten / konden zich vaker delen.
Daardoor werd hun aandeel in de populatie/cellijn steeds groter.

7 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- De bacteriën zijn na verloop van tijd zo goed aangepast aan de omstandigheden van de proefopstelling, dat een verandering van het genotype geen grote verbetering van de fitness oplevert.
- Doordat de bacteriën met de kortste gewenningsperiode steeds in grotere aantallen aanwezig waren bij het overenten hebben de populaties een zodanig korte gewenningsperiode gekregen dat deze niet meer te verbeteren is.

8 Niet in elke cellijn hebben dezelfde mutaties (die leiden tot een grotere relatieve fitness of een kortere gewenningsperiode) plaatsgevonden / de mutaties die plaatsvonden in de cellijnen waren onderling verschillend (met een onderling verschil in relatieve fitness of gewenningsperiode tot gevolg).
Minder juist antwoord: Door toeval bij het overenten hadden soms bepaalde genotypes uit de cellijnen (bacteriën met een al of niet grote relatieve fitness of korte gewenningstijd) de overhand.

©ThiemeMeulenhoff

9 – Bacteriën van generaties 31.000 tot en met 33.000 ontdooien en inzetten in een medium met alleen citroenzuur.
– Gekeken wordt of de bacteriën er kunnen groeien.
– Alleen bacteriën van generatie 31.500 en latere generaties vormen kolonies.

10 **B** De variant werd zichtbaar na 33.000 – 31.500 = 1500 generaties. In de tekst onder afbeelding 3 staat dat elke 3,5 uur een nieuwe generatie ontstaat. 1500 generaties duurt dus 1500 x 3,5 = 5250 uur, dus 5250 : 24 = ±219 dagen. Dit komt overeen met 219 : 30 = ±7 maanden.

11 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- In het experiment wordt steeds slechts 1% van een cellijn overgezet, de founder populatie. Toevallig zaten daar een keer relatief veel bacteriën van de nieuwe variant in, die vervolgens in die cellijn de overhand kregen.
- De cyclus begint in elk buisje met een relatief kleine populatie. Snel na het overzetten is de Cit^+-mutatie opgetreden in één buisje, waardoor de frequentie van Cit^+-bacteriën alleen in die cellijn toenam.

Lactasegen en evolutie

12 Hypothese 1 kan verworpen worden, omdat de Toearegs in de Sahara veel melk drinken, terwijl ze in vergelijking met andere bevolkingsgroepen in een gebied met relatief veel zon leven.
Hypothese 2 kan verworpen worden, omdat Ieren veel melk drinken, terwijl ze in een gebied leven waar geen tekort is aan water.
Een antwoord als: 'De combinatie van de twee processen, in de woestijn en in Ierland maken het onwaarschijnlijk' is onvoldoende omdat de hypothese niet verworpen wordt. Ook 'Bij gebrek aan water is er geen veeteelt mogelijk …', is geen goed argument.

13 nummers 3, 4 en 5
Gegeven kenmerken van de evolutietheorie zijn erfelijke variatie en natuurlijke selectie.
Bewering 3 duidt op het erfelijk doorgeven van een gen.
Volgens bewering 4 wordt de overlevingskans (natuurlijke selectie) bepaald door het hebben van een bepaald gen.
Volgens bewering 5 is het ontstaan van een bepaald vermogen het gevolg van een mutatie (waardoor erfelijke variatie ontstaat).
Volgens beweringen 1 en 2 zou je het vermogen om lactase te verteren ontwikkelen door het voorbeeld van ander te volgen of door een bepaald gedrag (melkdrinken). Hier is geen sprake van mutatie en dus niet van genetisch vastleggen. Deze beweringen passen daardoor niet in de huidige evolutieleer.

Kou en selectiedruk bij inktvissen

14 1: wel, 2: niet, 3: niet.
Beschrijving 2 is op zichzelf juist, maar Darwin had geen kennis van genen en mutaties daarin.
Beschrijving 3 is onjuist omdat volgens dit antwoord een tijdens het leven verworven eigenschap in het genotype vastgelegd wordt. Ook het begrip genotype was toen onbekend en kan niet door Darwin gebruikt zijn.

Puntmutatie Gly83 in het CLCNKA-gen

15 **C** Twee van de voorwaarden waaraan een Hardy-Weinberg-populatie moet voldoen, zijn: De populatie is geïsoleerd van andere populaties; er mag geen migratie plaatsvinden.
Elk genotype heeft een gelijke kans op overleven (er mag geen selectie optreden).
Andere voorwaarden zijn: de populatie is groot; paringen zijn zuiver willekeurig; elk genotype heeft gelijke kansen op nakomelingen; er vinden geen mutaties plaats en meiose vindt normaal plaats.

Tasmaanse duivel

16 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Slechts een klein deel van de oorspronkelijke populatie en dus een kleine variatie van genen bleef op het eiland over (bottleneck effect).
  – Bij gebrek aan migratie lijken de duivels van nu genetisch sterk op deze groep voorouders.
- Een kleine groep duivels en hun genenpool heeft zich op het eiland afgescheiden van de grote groep. / Een kleine groep duivels en hun genenpool is op het eiland geïsoleerd geraakt van de grote groep (bottleneck effect).
  – De tijd (12.000 jaar) is te kort geweest om in deze kleine populatie de diversiteit merkbaar te doen toenemen.
- Door toeval zijn bepaalde genotypes van Tasmaanse duivels op Tasmanië beland (en andere genotypes niet: flessenhalseffect).
  – Door inteelt zijn de genotypes van de nakomelingen meer op elkaar gaan lijken.

17 *Voorbeelden van een juist nadeel (probleem) waarvan je er twee moet geven:*
- In een dergelijke kleine groep zal verlies van genetische diversiteit optreden, waardoor de groep zich minder goed aan kan passen aan wijzigende milieuomstandigheden.
- Door inteelt kunnen er meer lichamelijke afwijkingen voorkomen.
- Door de veranderde leefomgeving kan hun natuurlijke gedrag veranderen en niet meer aangepast zijn aan de natuurlijke omstandigheden.
- Door domesticatie verandert hun gedrag ten opzichte van de mens, en dat kan voor het overleven in de natuur gevaarlijk (riskant) zijn.

rRNA

18 **B** Er wordt gesteld dat ribosomaal RNA geschikt is. Dit kan alleen als er niet te veel variatie is in de bouw hiervan; bovendien mogen er niet te veel mutaties in optreden, omdat dan geen genetische overeenkomst tussen soorten kan worden waargenomen.

19 *Juist ingevulde tabel:*

domein	wel of geen kernmembraam	wel of geen celwand	autotroof of heterotroof	wel of geen cellulaire compartimentering
Archaebacteria	geen	wel	beide	geen
Eubacteria	geen	beide	beide	geen
Eukaryota	wel	beide	beide	wel

De Eubacteria omvatten ook chloroplasten en mitochondria; deze hebben geen celwand en daarom staat 'beide' in de tabel bij Eubacteria. Zie ook BiNaS 78, 79A, ScienceData 36.1.

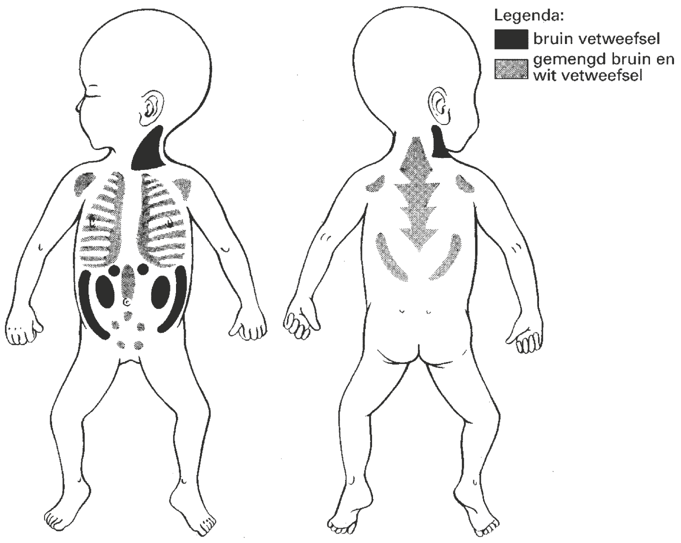
7 Fotosynthese, dissimilatie en voortgezette assimilatie

Vetweefsel

tekst 1

Bij mensen komen twee soorten vetweefsel voor: wit vetweefsel en bruin vetweefsel. Bruin vetweefsel is in het menselijk embryo aanwezig op een beperkt aantal plaatsen en na de geboorte blijft het tot die plaatsen beperkt (zie afbeelding 1). In het volwassen lichaam is het bruin vetweefsel waarschijnlijk geheel verdwenen. De functionele betekenis van bruin vetweefsel lijkt beperkt te zijn tot de eerste maanden na de geboorte; in deze periode beschermt het de pasgeborene tegen kou. Als een pasgeboren baby aan een koude omgeving wordt blootgesteld, reageert het zenuwstelsel met de afgifte van transmitterstoffen aan de zenuwuiteinden in het bruin vetweefsel. Hierdoor vindt in de cellen van het bruin vetweefsel een snelle mobilisatie van de opgeslagen lipiden plaats, waarbij het aantal en de grootte van de vetdruppels in de cellen afnemen. Tegelijkertijd wordt het proces van de oxidatieve fosforylering ontkoppeld; er wordt dientengevolge geen ATP gesynthetiseerd en alle energie die afkomstig is van het elektronentransport komt als warmte vrij.

afbeelding 1



bewerkt naar: L.C. Junqueira & J. Carneiro, Functionele histologie, Utrecht, 1981, 127-128

tabel 1 **kenmerken van wit en bruin vetweefsel**

wit vetweefsel	bruin vetweefsel
kleur wit tot donkergeel	kleur bruin
cellen rond tot veelhoekig	cellen klein en rond tot veelhoekig
één vacuole per cel	meer dan één vacuole per cel
gemiddeld aantal mitochondriën per cel	veel mitochondriën per cel
doorbloeding per volume-eenheid klein	doorbloeding per volume-eenheid groot

1 Noem een mogelijke betekenis van het grotere aantal mitochondriën in bruin vetweefsel.

2 Noem twee effecten van de sterke doorbloeding van bruin vetweefsel waardoor de functie ervan wordt bevorderd.

3 Wat is het effect van de 'snelle mobilisatie van de opgeslagen lipiden' (regel 10)?
A Het effect is dat de spieractiviteit toeneemt, waardoor warmte vrijkomt.
B Het effect is dat de dissimilatie toeneemt, waardoor energie als warmte vrijkomt.
C Het effect is dat voortgezette assimilatie plaatsvindt, waardoor ADP wordt gevormd.

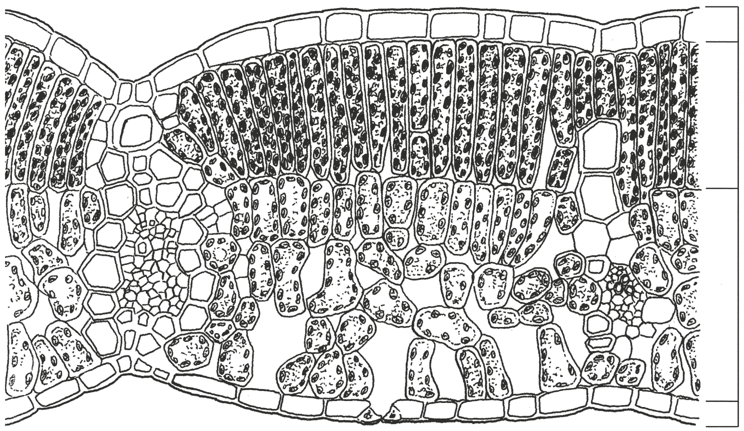
Bomen

Twee reactievergelijkingen zijn:
reactie 1: $6\ CO_2 + 12\ H_2O + E \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2$
reactie 2: $C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 12\ H_2O + E$

4 Welke van deze reacties vindt of welke vinden overdag in een levende boom plaats?

In afbeelding 2 is schematisch een dwarsdoorsnede van een blad van een beuk weergegeven. Vier lagen zijn aangegeven met cijfers.

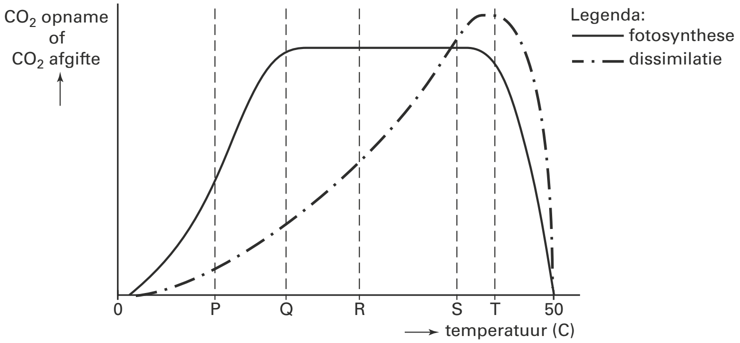
afbeelding 2



5 In welke van deze lagen vindt de grootste bruto primaire productie per mm^3 plaats? Verklaar je antwoord.

In een experiment werd bij verschillende temperaturen (P, Q, R, S, T) tussen 0 °C en 50 °C de intensiteit van de fotosynthese en de intensiteit van de dissimilatie van een beuk gemeten. De verlichtingssterkte was optimaal voor de fotosynthese en de boom kon voldoende water opnemen. De resultaten zijn weergegeven in het diagram (afbeelding 3).
De invloed van de verlichtingssterkte op de intensiteit van de dissimilatie wordt buiten beschouwing gelaten.

afbeelding 3



Het drooggewicht van een plant is het gewicht nadat alle water eraan is onttrokken.

6 Neemt het drooggewicht bij T af, blijft het gelijk of neemt het toe?
A neemt af
B blijft gelijk
C neemt toe

Yoghurt en kefir

Lactobacillus bulgaricus is een bacteriesoort die gebruikt kan worden voor de productie van yoghurt uit melk. Bacteriën van deze soort dissimileren glucose zoals in het schema van afbeelding 4 op de volgende bladzijde is weergegeven.
De bacteriesoort *Leuconostoc mesenteroides*, die wordt gebruikt voor de bereiding van kefir uit melk, dissimileert glucose zoals in het schema van afbeelding 5 is weergegeven.
Bij beide bacteriesoorten verloopt de dissimilatie volledig anaëroob.

Je krijgt twee reageerbuizen: de ene buis bevat Lactobacillus bulgaricus, de andere buis *Leuconostoc mesenteroides*. Je weet niet welke bacteriën in welke buis zitten. Je gaat dit onderzoeken door de bacteriën van beide soorten verder te kweken in petrischaaltjes op agar-agar-voedingsbodems.

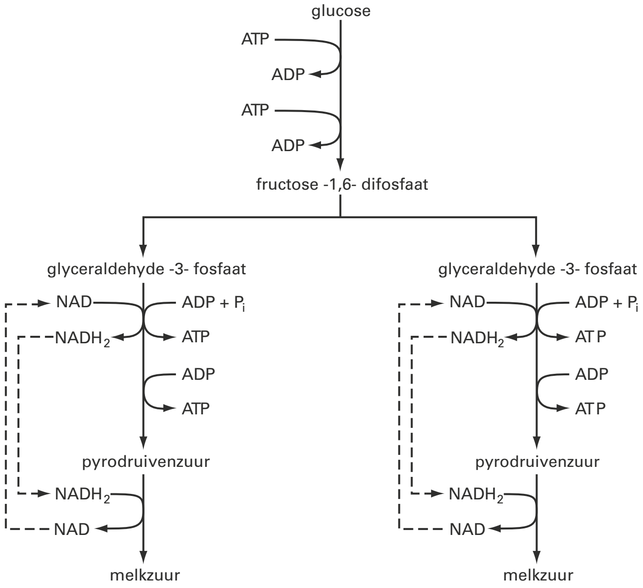
7 Welke voedingsstof moeten alle voedingsbodems zeker bevatten?
Wat moet je in ieder geval waarnemen om te kunnen concluderen welke kweek van *Lactobacillus bulgaricus* is en welke van *Leuconostoc mesenteroides*?

Leuconostoc mesenteroides vormt uit glucose (C6), via ribose (C5), melkzuur (C3) en ethanol (C2).

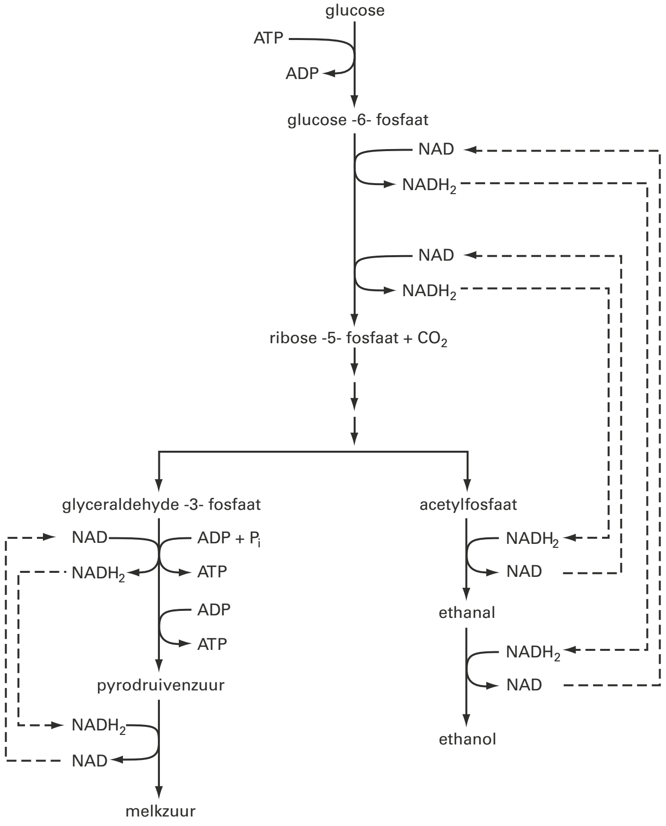
8 Leg uit dat *Leuconostoc mesenteroides* alleen melkzuur kan vormen als gelijktijdig ethanol wordt gevormd.
Gebruik in je uitleg het schema in afbeelding 5.
Voor het vermelden van gegevens uit de tekst (aantallen C-atomen) worden geen punten gegeven.

9 Is in het schema van afbeelding 4 een proces weergegeven dat netto ATP levert?
En in het schema van afbeelding 5?
A in geen van beide schema's
B alleen in schema van afbeelding 4
C alleen in schema van afbeelding 5
D in beide schema's

afbeelding 4 Lactobacillus bulgaricus



afbeelding 5 Leuconostoc mesenteroides

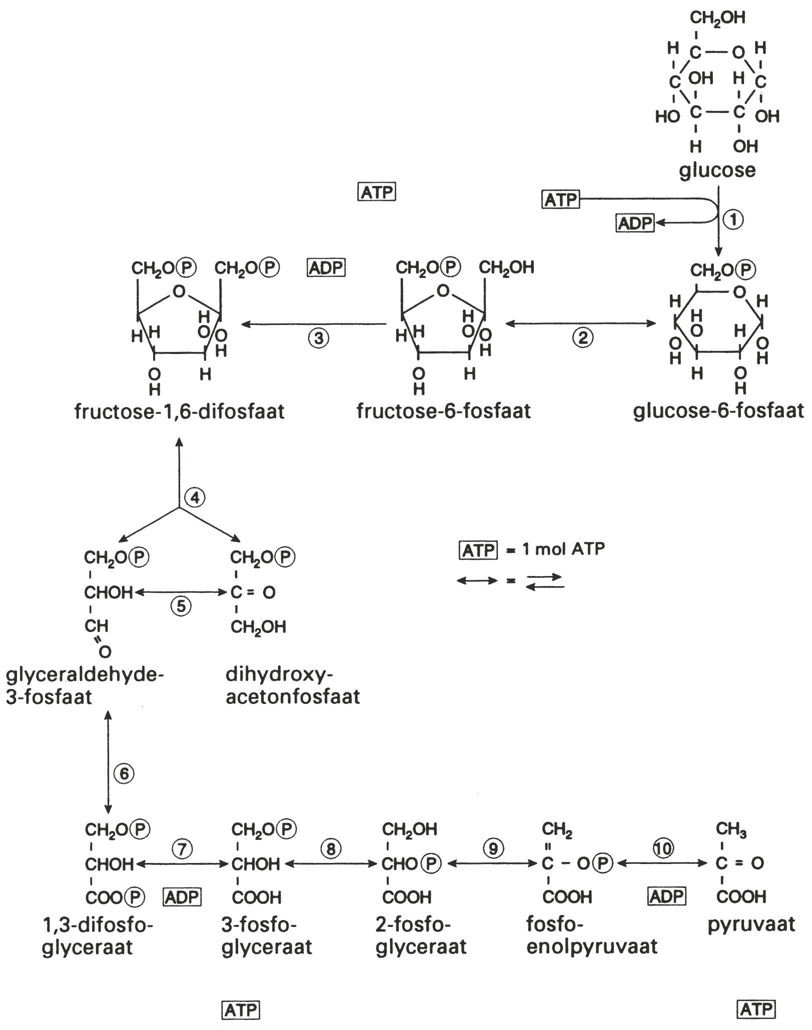


naar: Th.D. Brock & M.T. Madigan, Biology of microorganisms, 1991, 772

Glycolyse

In afbeelding 6 zijn reacties van de glycolyse weergegeven. De reacties zijn genummerd in de volgorde waarin ze plaatsvinden. Bij een aantal van deze reacties vindt omzetting van ATP in ADP of van ADP in ATP plaats. Alleen bij reactie 1 is de omzetting van ATP in ADP met een pijl aangegeven. Op andere plaatsen ontbreken pijlen. Er worden twee typen pijlen gebruikt: met → wordt een bepaalde richting van het reactieproces aangegeven, met ↔ wordt aangegeven dat de reactie in beide richtingen kan verlopen.

afbeelding 6



Nadat de reacties 4 en 5 hebben plaatsgevonden, moet per glucosemolecuul elke volgende reactie twee keer plaatsvinden.

10 Leg uit, op grond van een analyse van de reacties 4 en 5, waardoor de reacties 6 t/m 10 per glucosemolecuul twee keer plaatsvinden.

Op een aantal plaatsen ontbreken de pijlen die moeten aangeven of er een omzetting van ATP in ADP of van ADP in ATP plaatsvindt.

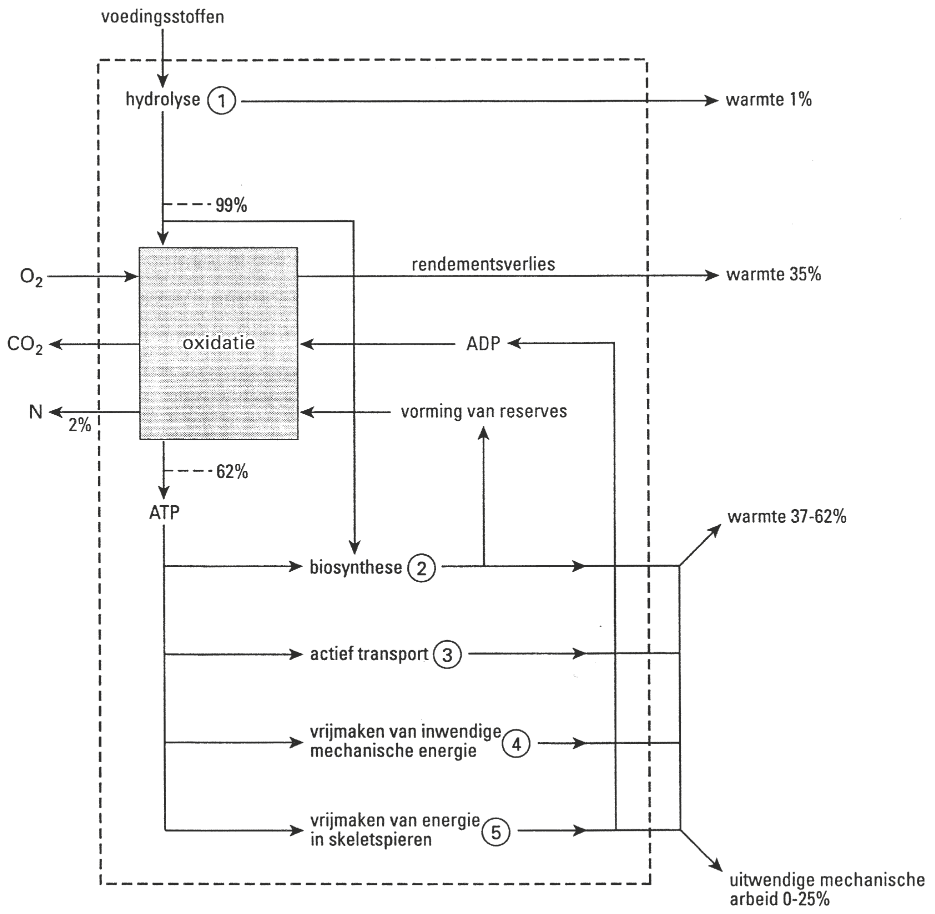
11 Teken in figuur 6 de ontbrekende pijlen (→ of ↔) tussen ATP en ADP.

12 Laat met een berekening zien of er in de glycolyse netto per mol glucose ATP wordt verbruikt of gevormd. Geef de uitkomst van je berekening.

Arbeid

In afbeelding 7 is schematisch weergegeven welke energie-omzettingen in het menselijk lichaam plaatsvinden en voor welke vormen van arbeid energie wordt gebruikt. Vijf processen zijn met cijfers aangegeven.

afbeelding 7



bron: W.G. Burgerhout e.a., Fysiologie. Leerboek paramedische opleidingen, 1995, 278

13 Noem een organel waarin oxidatie, zoals die in bovenstaand schema wordt aangeduid, plaatsvindt.

Drie processen in het lichaam zijn:
proces p: het transport van Na^+ en K^+ ionen door een celmembraan met behulp van de Na^+/K^+ ATP-ase-pomp;
proces q: de vertering van disachariden tot monosachariden;
proces r: de vorming van glycogeen uit glucose.

14 Van welk van de vijf cijfers in afbeelding 7 maken de processen p, q en r deel uit?
Noteer je antwoord als volgt:

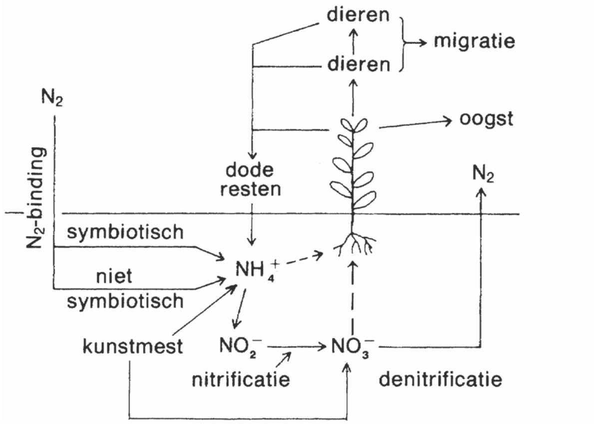
proces	cijfer in afbeelding 7
p	...
q	...
r	...

In afbeelding 7 is N aangegeven.

15 Welke van de stoffen DNA, N_2, nitraat en ureum kan met N zijn bedoeld?
A DNA
B N_2
C nitraat
D ureum

Schema van de stikstofkringloop

afbeelding 8



bron: A. Quispel en D. Stegwee (red.), Plantenfysiologie, Utrecht/Antwerpen, 1983, 122

Drie stoffen zijn: NO_2^-, NO_3^- en NH_4^+. Deze stoffen maken deel uit van de stikstofkringloop.

16 Welke van deze stoffen wordt of welke worden volgens afbeelding 8 gevormd als direct gevolg van stikstoffixatie?

Stofwisseling

Tijdens een onderzoek naar de processen bij spieractiviteit werden de volgende gegevens verzameld:
– Een spier verbruikt zuurstof en produceert koolstofdioxide. Opname van zuurstof en productie van koolstofdioxide nemen toe tijdens het proces van samentrekking. Tijdens dit proces wordt glycogeen verbruikt.
– Een spier kan onder anaërobe omstandigheden werken, maar heeft in dat geval een langere hersteltijd dan onder aërobe omstandigheden, voordat hij zich opnieuw kan samentrekken. Onder anaërobe omstandigheden neemt de hoeveelheid melkzuur in de spier toe.

Uit de bovenstaande gegevens trekt een leerling de volgende conclusies over de spiercontractie:
1 zuurstof is niet nodig voor spiercontractie;
2 zuurstof is nodig voor het herstel van de spier na de contractie;
3 glycogeen is de enige energieleverancier voor de spiercontractie.

17 Welke van deze conclusies is of welke zijn terecht getrokken op grond van deze gegevens?
A alleen conclusie 1
B alleen conclusie 2
C alleen conclusie 3
D de conclusies 1 en 2
E de conclusies 1 en 3
F de conclusies 2 en 3

Verdamping

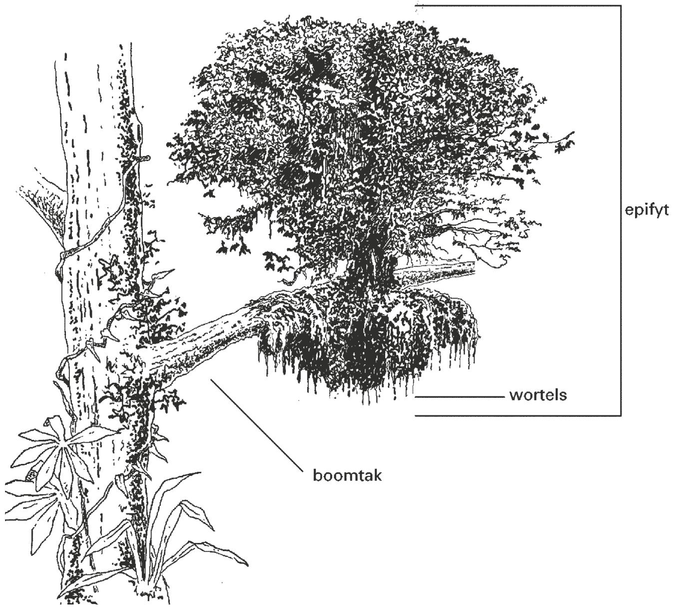
Twee leerlingen hebben een meningsverschil over de *directe* oorzaak waardoor de spleetbreedte van de huidmondjes groter wordt bij toenemende lichtintensiteit.
Leerling 1 beweert dat dit komt doordat de turgor in de sluitcellen bij toenemende lichtintensiteit hoger wordt.
Leerling 2 beweert dat dit komt doordat de CO_2 concentratie in de intercellulaire ruimten bij toenemende lichtintensiteit lager wordt.

18 Welke van deze leerlingen heeft of welke hebben gelijk?
A geen van beide leerlingen
B alleen leerling 1
C alleen leerling 2
D beide leerlingen

Epifyten

Op bomen in het regenwoud groeien epifyten. Epifyten zijn planten die op de stam en de takken van de woudreuzen groeien, maar daaraan geen stoffen onttrekken. Tussen de wortels van de epifyten verzamelt zich humus. De wortels hangen gedeeltelijk in de lucht en bevatten bladgroen (zie afbeelding 9).

afbeelding 9



Stoffen die door planten worden gebruikt, zijn onder andere: CO_2, glucose, nitraat en water.

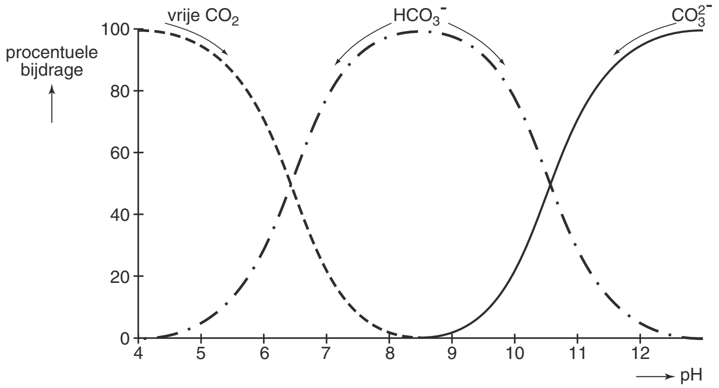
19 Welke van deze stoffen nemen epifyten met hun wortels op uit de omgeving?

A alleen nitraat
B alleen water
C alleen glucose en nitraat
D alleen nitraat en water
E alleen CO_2, nitraat en water
F alle genoemde stoffen

Waterplanten

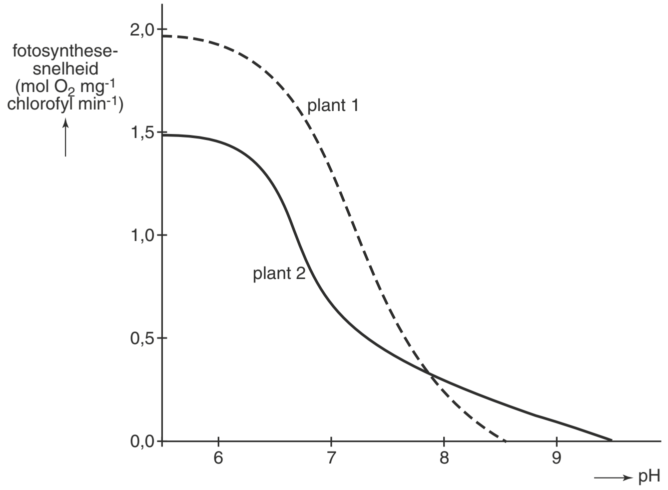
Waterplanten kunnen CO_2 en/of HCO_3^- als koolstofbron voor de fotosynthese gebruiken.
Afbeelding 10 laat zien dat koolzuur in drie vormen in het water kan voorkomen, nl. de moleculaire vorm CO_2 en in ion-vorm als HCO_3^- en als CO_3^{2-}.
De concentratieverhouding waarin deze vormen optreden wordt in sterke mate bepaald door de pH, zoals is weergegeven.

afbeelding 10



De snelheid van de fotosynthese hangt samen met de pH. In afbeelding 11 is voor twee planten het verband weergegeven tussen fotosynthesesnelheid en pH. Vergelijk deze gegevens met afbeelding 10.

afbeelding 11



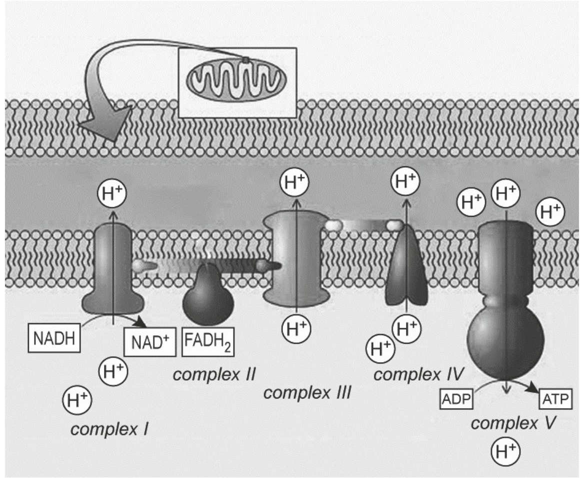
20 Leg uit welke van de planten 1 en 2 het meest aangepast is aan een milieu waarin alleen HCO_3– als koolstofbron aanwezig is.

De ziekte van Leigh

De Tim Foundation werd opgericht door de ouders van Tim Polderman. Tim heeft de ziekte van Leigh: zijn mitochondriën functioneren niet goed. De Tim Foundation steunt het onderzoek naar deze stofwisselingsziekte.

De eerste symptomen van de ziekte van Leigh doen zich vaak al op jonge leeftijd voor: een slechte motorische ontwikkeling, groeiachterstand en stijve spieren. Later komen daar problemen met ademen en eten bij.
De levensverwachting van patiënten is laag en er bestaat nog geen medicijn tegen de ziekte.
Oorzaken van de ziekte van Leigh zijn één of meer afwijkingen in de mitochondriale ademhalingsketen: een deficiëntie in complex I, complex II, complex IV en/of complex V (ATP-synthase), of een afwijking in het pyruvaat dehydrogenase complex (betrokken bij de vorming van acetyl-coënzym A uit pyrodruivenzuur).
In afbeelding 12 is de mitochondriale ademhalingsketen weergegeven.

afbeelding 12



In de ademhalingsketen worden de energierijke moleculen NADH en $FADH_2$ omgezet.

21 Bij welke (deel)processen zijn NADH en $FADH_2$ ontstaan?

	NADH	$FADH_2$
A	glycolyse	citroenzuurcyclus
B	glycolyse	glycolyse en citroenzuurcyclus
C	glycolyse en citroenzuurcyclus	citroenzuurcyclus
D	glycolyse en citroenzuurcyclus	glycolyse en citroenzuurcyclus

22 Wat is de bijdrage van de ademhalingsketen aan de netto ATP-opbrengst van de aerobe dissimilatie van glucose?
A ongeveer 70%
B ongeveer 75%
C ongeveer 90%
D bijna 100%

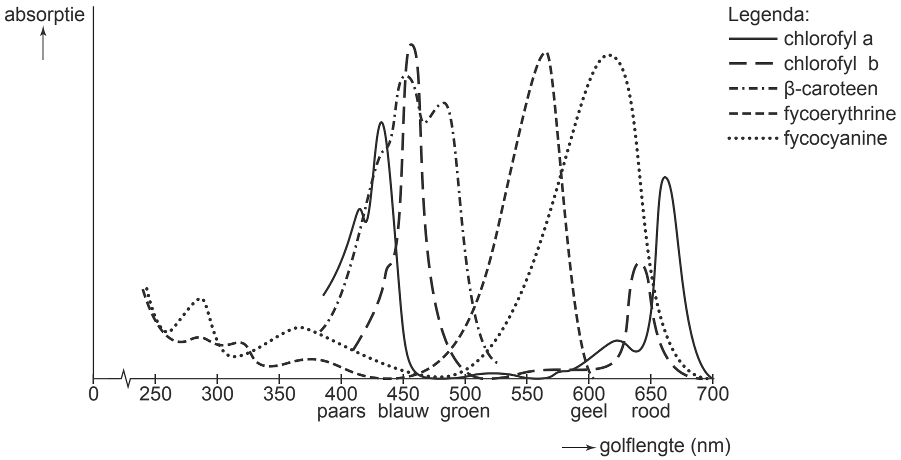
Bij Leigh-patiënten is er soms een verhoogd lactaatgehalte (melkzuurgehalte) in het bloed. Patiënten met een variant van de ziekte van Leigh, die veroorzaakt wordt door een deficiëntie in het pyruvaat dehydrogenase complex, kunnen gebaat zijn bij een dieet dat arm is aan koolhydraten en rijk is aan vet.

23 – Leg uit waardoor een koolhydraatrijk dieet niet geschikt is voor deze Leigh-patiënten.
– Waardoor kunnen ze wel gebaat zijn bij een dieet met veel vet?

Bloei van de blauwalg

Cyanobacteriën zweven al miljarden jaren in het water en hebben bijgedragen aan het ontstaan van een zuurstofrijke atmosfeer.
Cyanobacteriën worden ook wel blauwalgen genoemd vanwege hun blauwe pigment fycocyanine, dat samen met andere pigmenten, zoals chlorofyl-a, bij de fotosynthese betrokken is. Afbeelding 13 toont het absorptiespectrum van pigmenten die gevonden worden in cyanobacteriën.

afbeelding 13



Groene algen beschikken over het algemeen niet over pigmenten als fycocyanine en fycoerythrine.

24 Welk voordeel hebben de cyanobacteriën met fycocyanine en/of fycoerythrine ten opzichte van groene algen zonder deze pigmenten?

25 Wat is de functie van fycocyanine bij de fotosynthese?
A opvangen van lichtenergie
B productie van glucose
C productie van zuurstof
D productie van ATP
E splitsen van water

Hints bij hoofdstuk 7

1 Mitochondriën zorgen voor aerobe dissimilatie.
2 Bloed heeft onder meer een transportfunctie.
3 Let op het doel van bruin vetweefsel.
4 Welke soorten cellen bevinden zich in een boom?
5 In welk onderdeel van de cel vindt fotosynthese plaats?
6 Vergelijk de fotosynthese en dissimilatie bij temperatuur T.
7 Welke grondstof wordt gebruikt voor de dissimilatie? Welke stoffen ontstaan bij de verschillende bacteriesoorten?
8 Kijk naar de opname en afgifte van H_2 in de reactieketens.
9 Wat is het doel van deze processen?
10 Let op reactie 5 in het totaal.
11 Let op de grote pijlen in afbeelding 6; hieruit blijkt welk type pijl je moet gebruiken bij elke reactie.
12 Na reactie 6 telt alles twee keer (zie vraag 10).
13 Een organel kan zuurstof benutten.
14 Proces q betreft vertering; proces q is een vorm van assimilatie.
15 In het grijze vlak staat oxidatie.
16 Wat staat er direct na N_2-binding?
17 Lees goed wat er over de hersteltijd staat in de gegevens voor de vraag.
18 Directe staat in de inleidende tekst gecursiveerd.
19 Epifyten zijn volgens de tekst planten die alleen in hun groeiplaats van ‘normale’ planten verschillen.
20 Wat zal plant 1 waarschijnlijk nodig hebben voor de fotosynthese gezien zijn pH-maximum?
21 Zoek dissimilatie op in BiNaS of ScienceData.
22 Zoek glycolyse/ademhalingsketen met ATP-opbrengst op in BiNaS of ScienceData.
23 Glucose is een koolhydraat.
24 Licht is nodig voor fotosynthese.
25 Welke van de opeenvolgende stappen van het fotosyntheseproces zit het dichtst bij fycocyanine?

Uitwerkingen bij hoofdstuk 7

Vetweefsel

1 Door het groter aantal mitochondriën kan meer dissimilatie/warmteproductie per tijdseenheid plaatsvinden.
In mitochondriën vindt aërobe dissimilatie plaats.

2
- De aanvoer van zuurstof wordt verbeterd.
- De afvoer van de geproduceerde warmte wordt verbeterd.

3 **B** Gegeven is dat er geen ATP wordt gesynthetiseerd en alle energie als warmte vrijkomt.
Voor spieractiviteit is energie in de vorm van ATP nodig.
De grootte van de vetdruppels neemt af, dus er vindt geen voortgezette assimilatie plaats.

Bomen

4 De reacties 1 en 2.
Reactie 1 is fotosynthese, reactie 2 is verbranding (dissimilatie).
Beide zijn brutoreactievergelijkingen.

5 In laag 2. In deze laag bevinden zich de meeste chloroplasten/bladgroenkorrels per inhoudseenheid (bv. mm^3).

6 **A** Door fotosynthese neemt het drooggewicht toe, door dissimilatie af. Bij T wordt minder CO_2 door fotosynthese vastgelegd dan door dissimilatie afgegeven.

Yoghurt en kefir

7 De voedingsbodems moeten glucose bevatten.
Je moet waarnemen dat alleen *Leuconostoc mesenteroides* een gas/CO_2/ethanol vormt.
(of: *Lactobacillus bulgaricus* geeft een lagere pH in de voedingsbodem bij een gelijk glucoseverbruik.)

8 In het schema van afbeelding 5 wordt bij de vorming van ribose-5-fosfaat NAD omgezet in $NADH_2$. Bij de omzetting van acetylfosfaat in ethanol ontstaat opnieuw NAD. Deze stof is nodig om de waterstof op te nemen die ontstaat bij de omzetting van glucose-6-fosfaat in ribose-5-fosfaat. Indien er geen NAD beschikbaar is, dan is er geen vorming van ribose-5-fosfaat en dus ook geen vorming van glyceraldehyde-3-fosfaat waaruit melkzuur kan ontstaan.

9 **D** In het schema van afbeelding 4 wordt 2 ATP gebruikt en 4 ATP gevormd.
In het schema van afbeelding 5 wordt 1 ATP gebruikt en 2 ATP gevormd.

Glycolyse

10 *Een juiste uitleg is tweeledig:*
Fructose 1,6-difosfaat wordt gesplitst in twee C3-verbindingen (glyceraldehyde-3-fosfaat en dihydroxy-acetonfosfaat); deze producten kunnen in elkaar worden omgezet.
Uit elk glucosemolecuul ontstaan 2 moleculen glyceraldehyde-3-fosfaat (die uiteindelijk worden omgezet in pyruvaat).

11 ter hoogte van reactie 3: ATP $\rightarrow$ ADP
ter hoogte van reactie 7: ATP $\leftrightarrow$ ADP
ter hoogte van reactie 10: ATP $\leftrightarrow$ ADP.

12 Bij ieder van de reacties 1 en 3 wordt 1 mol ATP verbruikt.
Bij ieder van de reacties 7 en 10 wordt 1 mol ATP gevormd.
De reacties 7 en 10 verlopen twee keer per molecuul glucose.
Er wordt netto 2 mol ATP gevormd per molecuul glucose.

Arbeid

13 mitochondrium

14

proces	cijfer in afbeelding 7
p	3
q	1
r	2

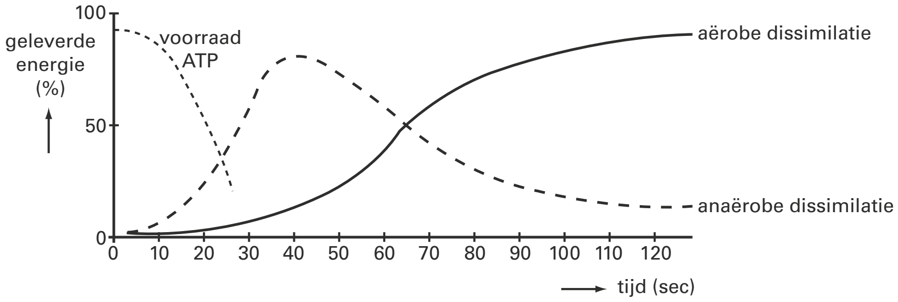
15 **D** Twee aminogroepen van aminozuren worden in de lever gecombineerd met CO_2 tot ureum.
N_2 en nitraat behoren niet tot de eindproducten van de eiwitafbraak bij de mens.
DNA is geen eindproduct van oxidatie.

Schema van de stikstofkringloop

16 NH_4^+
N_2 binding is stikstoffixatie. Bij het volgen van de pijlen staat NH_4^+ direct na N_2.

Stofwisseling

17 **A** Volgend diagram geeft weer welke energiebronnen in de loop van de inspanning van een spier worden gebruikt. ATP is een stof die bij dissimilatie wordt gevormd en waaruit direct (zonder zuurstofopname) energie kan worden gevormd. In een cel kan een voorraadje ATP aanwezig zijn. (zie ook BiNaS 90A of ScienceData 29.3)



Uit het tweede gegeven: ‘Een spier kan onder anaërobe (= zuurstofloze) omstandigheden samentrekken, maar ...’, kan worden geconcludeerd dat zuurstof niet nodig is voor spiercontractie $\Rightarrow$ conclusie 1 is hieruit terecht getrokken.
Uit het tweede gegeven blijkt dat de hersteltijd onder anaërobe omstandigheden langer is dan onder aërobe omstandigheden. Daaruit blijkt dat er geen zuurstof nodig is voor herstel. Uit het gegeven: ‘Tijdens dit proces wordt glycogeen verbruikt’, blijkt niet dat glycogeen de enige energieleverancier is (ATP of vet kunnen ook energie leveren).

Verdamping

18 **B** Doordat de turgor toeneemt, krijgt de sluitcel een gebogen vorm waardoor de spleetbreedte groter wordt.
Het celmembraan is permeabel voor CO_2. Daardoor heeft CO_2 geen osmotisch effect.

Epifyten

19 **E** Epifyten bevatten bladgroen en behoren dus tot de planten. Planten gebruiken CO_2 uit de lucht, regenwater en nitraat uit de humus. Ook de wortels nemen CO_2 op, omdat bij deze planten ook in de wortels bladgroen aanwezig is.
Glucose wordt gevormd in bladgroen.

Waterplanten

20 Volgens afbeelding 10 bevindt zich boven pH 8,5 geen CO_2 in het water en wel HCO_3^-. Boven een pH van 8,5 (afbeelding 11) blijft plant 2 fotosynthese vertonen en plant 1 niet. Plant 2 is dus het meest aangepast.
Gegeven is dat waterplanten CO_2 en/of HCO_3^- als koolstofbron kunnen gebruiken.

De ziekte van Leigh

21 **C** Zowel bij glycolyse als citroenzuurcyclus (BiNaS 68B en C, ScienceData 13.9c,e) komt NADH vrij, maar alleen bij de citroenzuurcyclus ontstaat ook $FADH_2$.

22 **C** Aerobe dissimilatie levert 36 ATP per glucosemolecuul. Hiervan wordt 2 ATP geleverd door de glycolyse en maximaal 34 ATP door de ademhalingsketen (94%).

23
- Bij dissimilatie van koolhydraten ontstaat pyrodruivenzuur, dat bij deze patiënten niet/nauwelijks wordt omgezet in acetyl-coënzym A (voor de citroenzuurcyclus). Daardoor kan verzuring (door melkzuurgisting) optreden / daardoor wordt weinig energie vrijgemaakt.
- Bij dissimilatie van vetten (vetzuren) ontstaat rechtstreeks acetyl-coënzym A en kan volledige verbranding plaatsvinden (BiNaS 68E, ScienceData 13.9h).

Bloei van de blauwalg

24 Cyanobacteriën kunnen (in vergelijking met groene algen zonder deze pigmenten) voor fotosynthese een groter deel van het lichtspectrum / ook licht met golflengten tussen 525 en 625 nm / ook groen/geel/oranje licht benutten.

25 **A** Fycocyanine is een blauw pigment en evenals groen chlorofyl-a betrokken bij de fotosynthese. Pigmenten hebben als functie lichtabsorptie; met de vrijkomende energie worden elektronen op een hoger energieniveau gebracht.
De fotosynthese bestaat uit de lichtreactie en donkerreactie. Bij de lichtreactie vangen pigmenten lichtenergie op die in fotosysteem I en II zorgen voor de aanmaak van ATP en NADPH, H^+, benodigd voor de donkerreactie. Bij de lichtreactie wordt bovendien water gesplitst, waarbij zuurstof vrijkomt (BiNaS 69A,B,C en ScienceData 13.8c,d).

8 Ecosystemen; interactie en regulatie

Brand als beheermaatregel?

In augustus 1995 verbrandde op het Millingerzand bij Kootwijk (zie afbeelding 1) honderd hectare bos. Het maakte deel uit van een bosvegetatie met grove dennen op zeer voedselarme stuifzanden.
Onderzoekers van Alterra (Universiteit Wageningen) hadden net een onderzoek naar het effect van begrazing op het vergrassen in dit bos afgerond. Door de brand werd het mogelijk om de effecten van bosbrand op de lange termijn te onderzoeken. Uit het onderzoek kan blijken of gecontroleerd afbranden kan worden ingezet als beheermaatregel.

afbeelding 1

Vóór de brand kampte het bos met verzuring, vermesting en een verminderde biodiversiteit. De dikke strooisellaag van naalden, takjes en resten van afgestorven planten was steeds voedselrijker geworden door de uitstoot van ammoniak uit de veehouderij en door stikstofoxiden afkomstig van industrie en verkeer.
Deze vermesting verkleinde de overlevingskansen voor planten en dieren die op voedselarme grond gedijen. Onder de grove dennen had zich een permanente monocultuur van grassen gevestigd. Onderzoeker Rolf Kemmers legt uit waarom brand een alternatief voor begrazing kan zijn: “Als na een bosbrand het kale stuifzand bovenkomt, vestigen zich er opnieuw grove dennen met een ondergroei van korstmossen, struikheide en kruiden.
Bovendien trekken dode bomen veel houtetende insecten aan, die op hun beurt aantrekkelijk zijn voor bijvoorbeeld spechten.”

1 Waardoor verkleint vermesting in het algemeen de overlevingskans van planten-soorten die op arme zandgrond gedijen?

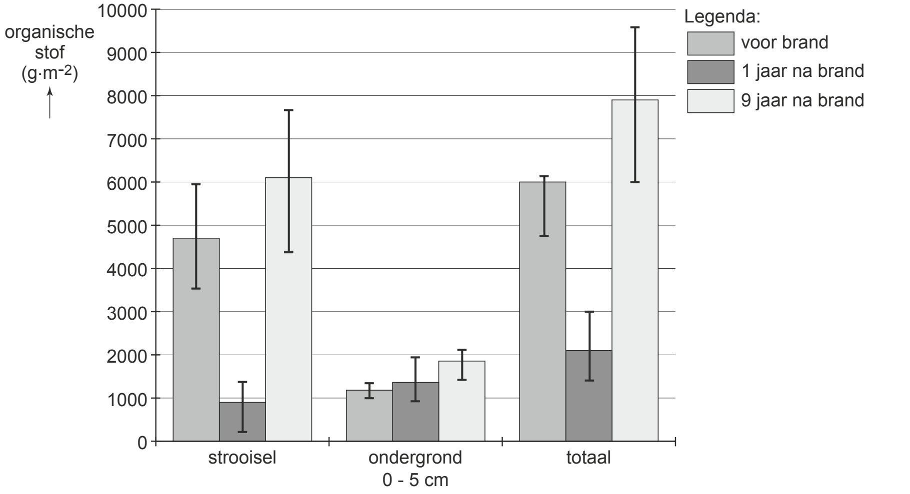
2 Waardoor wordt ook de overlevingskans van dieren die vooral op arme zandgrond gedijen, verkleind door vermesting?

De brand bij Kootwijk bood een unieke gelegenheid om het effect van een bosbrand op en in de bodem te onderzoeken. Door de brand veranderde de hoeveelheid organische stof in de strooisellaag en werd de bodemlaag onder het strooisel verrijkt met mineralen.

Tijdens het onderzoek is de hoeveelheid organische stof op twee plaatsen gemeten: in de strooisellaag en in de eerste 5cm van de ondergrond (het zand) onder deze strooisellaag. Er zijn waarden beschikbaar van vóór de brand, van één jaar na de brand en van negen jaar na de brand. In afbeelding 2 zijn deze resultaten weergegeven.

©ThiemeMeulenhoff

afbeelding 2

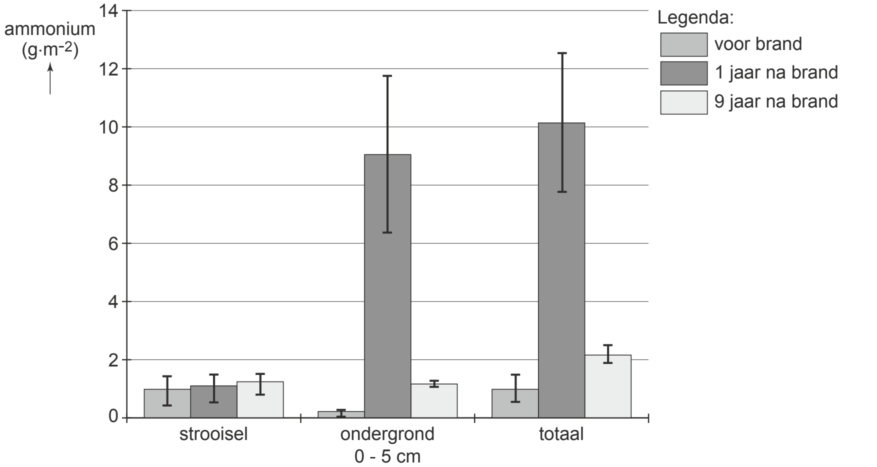


3 Leg uit waardoor er een jaar na de brand meer uitspoeling van mineralen zal plaatsvinden dan daarvoor. Gebruik bij je antwoord de gegevens uit afbeelding 2.

4 Geef een verklaring voor de sterke toename van de hoeveelheid organische stof in de strooisellaag (zie afbeelding 2) in de negen jaar na de brand.

Tijdens een bosbrand vinden er verschillende chemische processen plaats. De in de biomassa en strooisellaag aanwezige stikstofverbindingen worden deels omgezet in ammoniumzouten die na verloop van tijd weer uit de bodem verdwijnen (zie afbeelding 3).

afbeelding 3



©ThiemeMeulenhoff

Om een verklaring te vinden voor de verlaging van het ammoniumgehalte tussen het eerste en het negende jaar na de brand, worden drie processen genoemd die het ammoniumgehalte in de bodem beïnvloeden:

1 activiteit van rottingsbacteriën;
2 nitrificatie;
3 uitspoeling.

5 Welke van deze processen kunnen het ammoniumgehalte in de bodem verlagen?

A alleen 1 en 2
B alleen 1 en 3
C alleen 2 en 3
D 1, 2 en 3

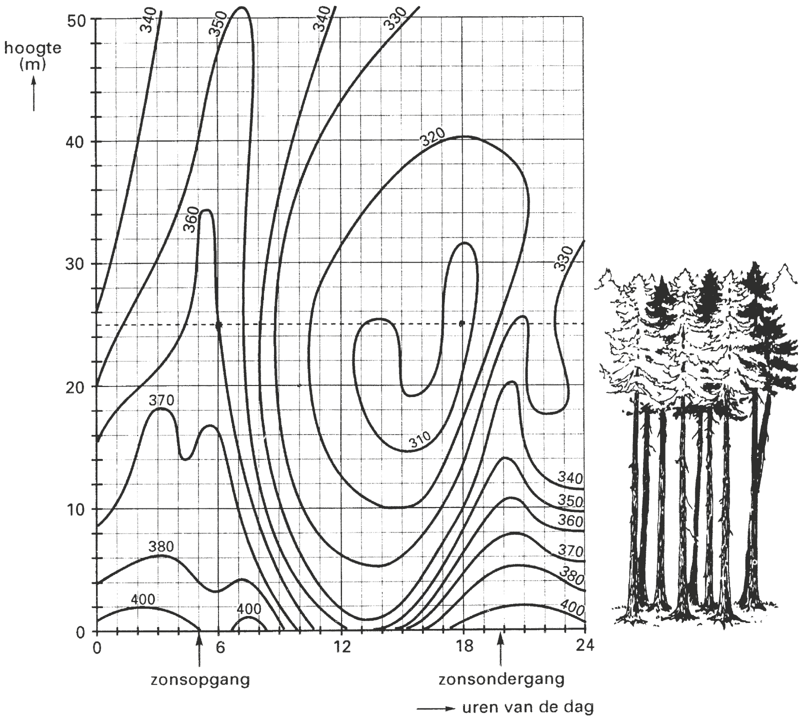
Gecontroleerd afbranden van een deel van een bos zou als beheermaatregel kunnen worden ingezet om in het gebied verzuring, vermesting en stagnerende successie tegen te gaan. Verzuring wordt in ieder geval enige tijd teruggedrongen, zo is gebleken uit het onderzoek.

6 Beargumenteer in hoeverre gecontroleerd afbranden wel of niet effectief is als beheermaatregel tegen vermesting. Je kunt daarbij gebruikmaken van de gegevens uit de beschreven (deel)onderzoeken.

Koolstofdioxide

Een onderzoeker heeft op 12 augustus 1966 gedurende 24 uur het verloop van de CO_2 concentratie in de lucht gemeten op verschillende hoogten in en boven een sparrenbos. De hoogste bomen in het bos zijn 30 m. De hemel was die dag geheel onbewolkt en het was windstil. In het diagram van afbeelding 4 zijn de resultaten van zijn metingen weergegeven.

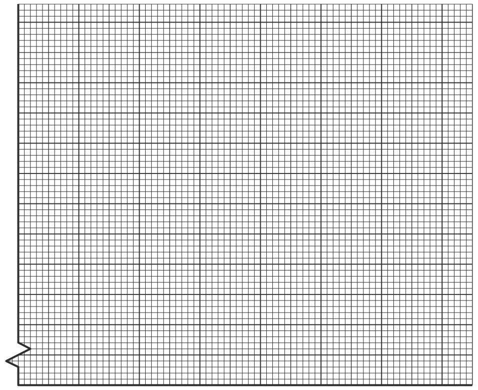
afbeelding 4



In dit diagram is de CO_2 concentratie weergegeven op verschillende hoogten in het bos en op elk heel uur van de dag. De punten in het diagram waarop eenzelfde CO_2 concentratie is gemeten, zijn verbonden door een lijn. Het cijfer bij een lijn geeft de CO_2 concentratie (in ppm) aan.

7 Hoe hoog is volgens afbeelding 4 de CO_2 concentratie in de lucht op 20 meter boven de grond om 10.00 uur?

8 Teken in onderstaand diagram een grafiek die het verloop weergeeft van de CO_2 concentratie in het bos op een hoogte van 25 meter gedurende de meetperiode van 6.00 tot 18.00 uur.
Geef van elk uur het meetpunt aan. Benoem de horizontale en verticale assen.



Katten

Een leerling heeft toestemming om de zwerfkattenpopulatie in een bepaalde wijk (een gebied van ca. 300 bij 1800 meter) te onderzoeken. Hij plaatst op vier willekeurige plaatsen in de wijk vangkooien met lokaas. Hij plaatst de kooien op een zondag van 9.00 tot 21.00 uur.
Om het uur controleert hij de kooien. In totaal vangt hij 18 verschillende katten.
Hij merkt de gevangen katten en laat iedere kat die dag na 21.00 uur weer los.
De volgende zondag herhaalt hij deze opzet. Dan vangt hij 16 verschillende katten waarvan er twee gemerkt zijn.
Op grond van deze gegevens maakt hij een voorlopige schatting van het aantal katten in deze wijk uitgaande van de volgende aannames:

– de eerste 18 katten die hij ving, hebben zich weer homogeen in de populatie verdeeld
– het vangen en merken heeft geen invloed op het terugvangen

9 Bereken uit hoeveel katten de populatie in die wijk op grond van bovenstaande gegevens bestaat.

10 Noem drie veranderingen van zijn proefopzet waardoor deze leerling de nauwkeurigheid van de schatting van de populatiegrootte kan verbeteren. De beide aannames dat de katten zich weer homogeen verdelen en dat het vangen en merken geen invloed heeft, moeten blijven gelden.

Deze leerling leest vervolgens dat je bij het vaststellen van de populatiegrootte rekening moet houden met de invloed die de werkwijze heeft op het gedrag van de dieren. Hij vraagt zich af of zijn aannames wel juist waren. Misschien had de eerste vangst toch invloed op de aantallen die hij bij de tweede vangst heeft gevonden. Hij legt zijn vraag voor aan zijn docente die de volgende veronderstelling formuleert: Een kat die al eens eerder gevangen is, zal moeilijker te vangen zijn dan een kat die niet eerder gevangen is.

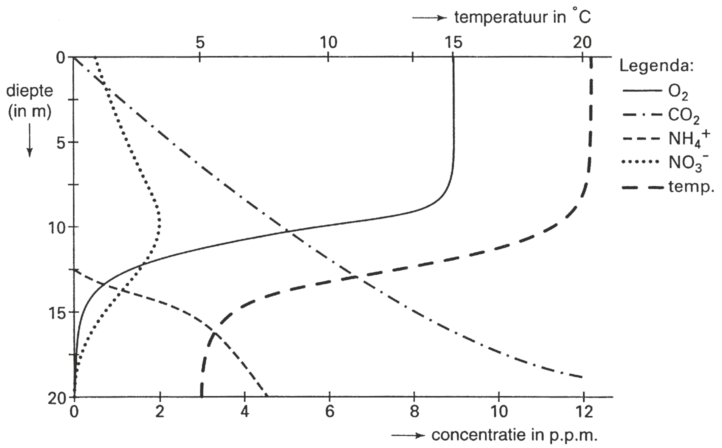
11 Als de veronderstelling van de docente juist is, is dan de werkelijke kattenpopulatie kleiner dan, gelijk aan of groter dan het door de leerling gevonden aantal?

A kleiner
B gelijk
C groter

Meren

In een gematigd klimaat op het Noordelijk halfrond wordt een onderzoek gedaan naar de concentraties van O_2, CO_2, NO_3^- (nitraat) en NH_4^+ (ammonium) op verschillende diepten in een meer. De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 5. Tevens is de temperatuur op verschillende diepten in het meer weergegeven. De metingen zijn gedaan tijdens de zomermaanden. In het meer bestaat een stabiel ecosysteem.

afbeelding 5



Over het feit dat op 20 m diepte geen nitraat voorkomt, maar wel ammonium, worden de volgende beweringen gedaan:

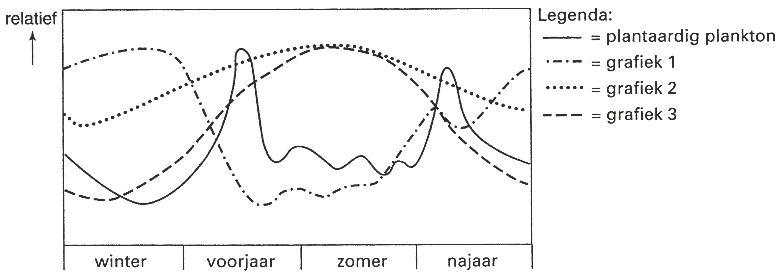
1 op 20 m diepte is geen zuurstof aanwezig zodat nitrificerende bacteriën niet in staat zijn tot de omzetting van ammonium in nitraat;
2 op 20 m diepte is de temperatuur zo laag dat alle stofwisselingsprocessen worden beperkt en geen nitraat uit ammonium kan worden gevormd.

12 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D beide beweringen

In ditzelfde meer wordt op een bepaalde diepte het verloop van de hoeveelheid mineralen gemeten gedurende één jaar. Het resultaat van deze metingen is weergegeven in afbeelding 6. Ook is ook het verloop van de concentratie fytoplankton (= plantaardig plankton) en van twee andere factoren weergegeven.

afbeelding 6



13 Welke van de grafieken 1, 2 en 3 geeft het verloop van de hoeveelheid mineralen weer?

A grafiek 1
B grafiek 2
C grafiek 3

Van vijf verschillende meren werden dagelijks de biomassa (B) en de productiviteit (P) van het fytoplankton berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 1.

tabel 1

meer	diepte van meer in m	productiviteit (P) in kJ/m^2 per dag	biomassa (B) in kJ/m^2
1	215	21,0	84,0
2	151	16,8	12,6
3	84	25,2	100,8
4	46	33,6	21,0
5	16	46,2	42,0

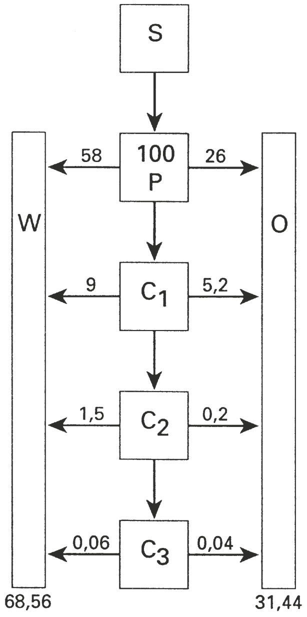
De verhouding tussen deze grootheden B en P levert een waarde op die men de turnovertijd noemt. Deze turnovertijd geeft weer hoe lang het zou duren voor de biomassa van de producenten vernieuwd is.

Op grond van de turnovertijd kan men een uitspraak doen over de verhouding tussen nanoplankton en netplankton in een meer. Nanoplankton bestaat uit soorten fytoplankton met zeer kleine individuen die niet in een fijnmazig net achterblijven. Netplankton bestaat uit soorten fytoplankton met grotere individuen die wel in een fijnmazig net achterblijven.
Nanoplankton deelt zich sneller dan netplankton.
In een zesde meer bleek de turnovertijd 1,75/dag te zijn.

14 Bereken in welk of in welke van de meren 1 t/m 5 zich in verhouding meer netplankton bevindt dan in meer 6.

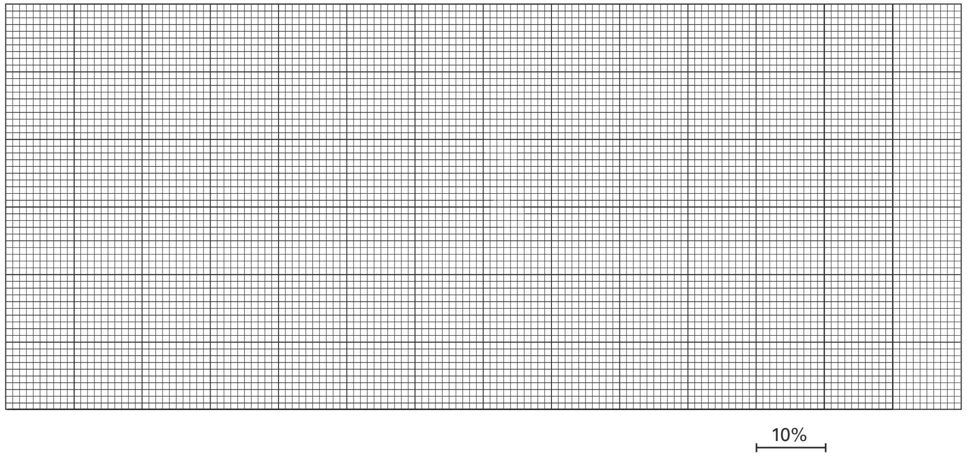
In afbeelding 7 zijn kwantitatieve gegevens vermeld voor energiestromen in een ecosysteem in een meer; alle getallen geven procenten aan. De in de producenten vastgelegde energie is gesteld op 100%.

afbeelding 7



Legenda:
S = straling
W = warmte ten gevolge van dissimilatie
O = organisch afval
P = producenten
C_1 = consumenten van de eerste orde
C_2 = consumenten van de tweede orde
C_3 = consumenten van de derde orde

15 Teken in de bijlage hieronder met behulp van de gegevens uit afbeelding 7, nauwkeurig op schaal, een piramide van energie die in de trofische niveaus P, C_1, C_2 en C_3 aanwezig is.



Energie

Een groep konijnen neemt in het voedsel een hoeveelheid E Joules aan energie op. Vervolgens wordt energie verbruikt voor beweging (E_1) en afgegeven in de vorm van warmte (E_2). Ook komt een deel van de opgenomen energie ter beschikking aan het volgende trofische niveau (E_3).
Drie leerlingen vragen zich af of met E_1, E_2 en E_3 alle vormen van energie op dit trofische niveau zijn weergegeven. Vervolgens stellen zij met deze gegevens een vergelijking op voor de relatie tussen deze vormen van energie (E en E_1, E_2 en E_3).
Zij formuleren de volgende antwoorden en vergelijkingen:
Leerling 1 zegt: ‘Niet alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E > E_1 + E_2 + E_3$’.
Leerling 2 zegt: ‘Alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E = E_1 + E_2 + E_3$’.
Leerling 3 zegt: ‘Niet alle energievormen op dit trofische niveau zijn weergegeven, dus moet de vergelijking zijn: $E < E_1 + E_2 + E_3$’.

16 Welke van deze leerlingen heeft een juiste vergelijking opgesteld?
A leerling 1
B leerling 2
C leerling 3

De verhouding tussen de energie-inhoud en alle bij het produceren (telen, oogsten, verwerken) van een voedingsmiddel verbruikte energie wordt weergegeven als de energieratio E_r.
In tabel 2 is van enkele voedingsmiddelen de E_r gegeven. Voor de gebruikelijke voedingsmiddelen in West-Europa is de energieratio gemiddeld 0,35.

tabel 2

product	E_r
cassave in Soedan	70
bietsuiker in Nederland	0,7
wit brood in Nederland	0,55

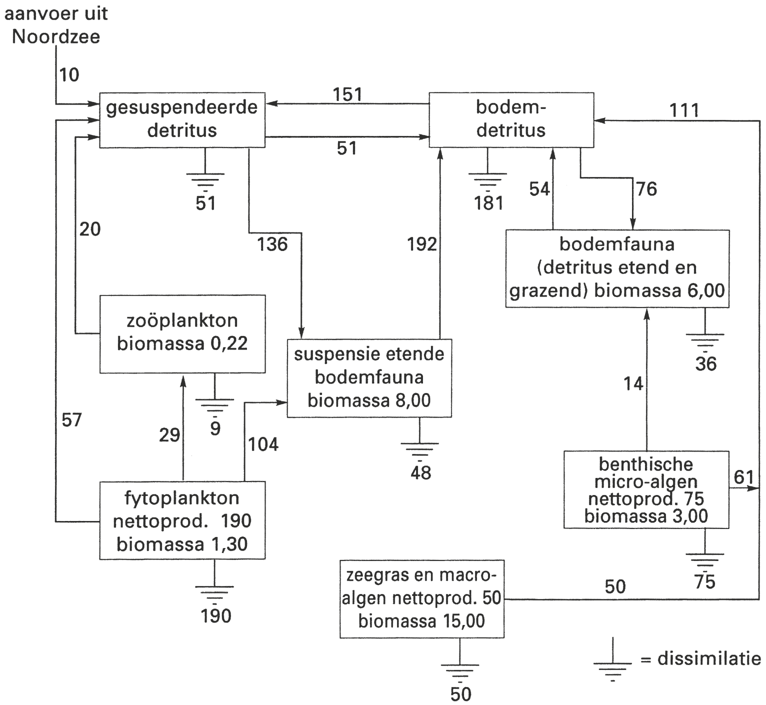
Cassave is een tropische plant waarvan de zetmeelhoudende wortels worden gegeten. Bietsuiker wordt in Nederland verkregen door de industriële bewerking van suikerbieten.
In Nederland wil men de totale opbrengst van bietsuiker handhaven, maar toch de energieratio E_r van bietsuiker verhogen.

17 Noem twee maatregelen waardoor de energieratio E_r van bietsuiker kan worden verhoogd. Geef bij elke maatregel aan of daardoor de energie-inhoud of de verbruikte energie verandert.

Ecosystemen

Onderzoekers hebben in het begin van de jaren tachtig een zeer vereenvoudigd schema gemaakt van de koolstofstromen op jaarbasis in het Grevelingenmeer (zie afbeelding 8).

afbeelding 8



bron: Natuur en Techniek 10 (1985), 784

Zij hebben organismen gecombineerd in de volgende zes groepen:
- zoöplankton (= dierlijk plankton),
- fytoplankton (= plantaardig plankton),
- suspensie-etende bodemfauna, zoals mosselen,
- detritus-etende en grazende bodemfauna, zoals slakken en wormen,
- benthische micro-algen (= vastzittende kleine algen),
- zeegras en macro-algen (= grotere zee-algen).

Vissen en grote schaaldieren hebben zij niet in het schema van afbeelding 8 opgenomen, omdat zij slechts een klein deel van de totale biomassa vormen.
Suspensie betekent in deze context: in water zwevende organismen of afgestorven delen daarvan.
Detritus is fijn verdeeld, dood organisch materiaal, maar in de blokken gesuspendeerde en bodemdetritus zijn tevens inbegrepen de schimmels en bacteriën die als reducenten detritus omzetten in anorganische stoffen.

In afbeelding 8 is in de hokjes de gemiddelde biomassa uitgedrukt in gram koolstof per m^2 van het ecosysteem. De pijlen geven koolstofstromen weer in gram koolstof per m^2 op jaarbasis. De netto-productie is eveneens uitgedrukt in gram koolstof per m^2 op jaarbasis.
Veel getallen zijn ontleend aan metingen; de meeste stromen zijn berekend.

18 Noem de twee voedselbronnen van de suspensie-etende bodemfauna die in afbeelding 8 zijn weergegeven.

19 Welke van de in de tekst genoemde groepen behoren tot de consumenten in dit ecosysteem? Bereken de biomassa van deze consumenten in dit ecosysteem in gram koolstof m^2.

Bos-ecosystemen

Voor drie verschillende bos-ecosystemen in de Verenigde Staten, een gemengd loofbos, een dennenbos en een sparrenbos, is de kringloop van koolstof onderzocht. Enkele resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 3.

tabel 3

soort bos	totale biomassa in planten[1]	netto primaire productie[2]	dissimilatie autotrofe organismen[2]	dissimilatie heterotrofe organismen[2]
gemengd loofbos	175,2	14,5	28,7	13,4
dennenbos	141,2	36,0	41,3	13,9
sparrenbos	870,4	10,9	150,0	7,6

[1] in tonnen koolstof per hectare
[2] in tonnen koolstof per hectare per jaar

bewerkt naar: R.H. Waring en W.H. Schlesinger, Forest ecosystems, 1985, 48

20 Hoe groot is de bruto primaire productie van het ecosysteem dennenbos (in tonnen koolstof per hectare per jaar)?
A 55,2
B 77,3
C 91,2
D 177,2
E 218,5
F 232,4

De verhouding tussen de bruto primaire productie en de dissimilatie van de autotrofe plus die van de heterotrofe organismen verandert in de loop van de tijd. Van twee soortgelijke sparren-bossen (P en Q) is deze verhouding berekend. Bij bos P is de waarde 1,1 en bij bos Q is de waarde 1,5. Ga ervan uit dat er geen verstoring is opgetreden.

21 Leg uit welk sparrenbos ouder is.

Anammox

In de Zwarte Zee verloopt de stikstofkringloop anders dan altijd is aangenomen. Daar vindt op zo'n 90 meter diepte de anammox-reactie plaats die door bacteriën wordt veroorzaakt. In deze anammoxreactie wordt ammonium geoxideerd in een reactie met nitriet. Op basis van onderzoek wordt aangenomen dat de reactievergelijking als volgt is:

$NH_4^+ + NO_2^-$ (+ CO_2 + H_2O) $\rightarrow$ N_2 + 2 H_2O (+ organische stoffen).

De anammox-reactie wordt onder laboratoriumomstandigheden aangetoond door anammoxbacteriën ammonium aan te bieden waarin de gewone stikstofisotoop (^{14}N) is vervangen door de isotoop ^{15}N.
Vervolgens wordt de vrije stikstof opgevangen en de verhouding ^{14}N / ^{15}N daarin bepaald.

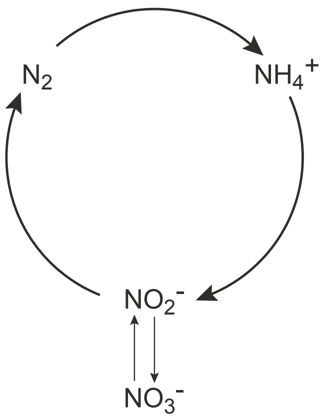
22 Bij welke verhouding tussen ^{14}N en ^{15}N kan worden aangenomen dat de anammox-reactie heeft plaatsgevonden?

De meeste autotrofe organismen, zoals planten, zijn foto-autotroof.

23 Leg uit met behulp van de gegevens in de inleiding dat de anammoxbacterie *chemo-autotroof* is.

De bacteriële stikstofkringloop kan in een model worden weergegeven, zie afbeelding 9.

afbeelding 9



De anammox-reactie kan opgenomen worden in deze stikstofkringloop.

24 Voeg in afbeelding 9 op de juiste manier de anammox-reactie in.

In het model wordt een aantal omzettingen met een pijl aangegeven.

25 Welke van de volgende omzettingen is in het model niet aangegeven?

A biologische N-fixatie
B denitrificatie
C fotochemische N-fixatie
D nitrificatie

Anammoxbacteriën kunnen worden gebruikt in waterzuiveringsinstallaties.

26 Noem een nuttig effect van het gebruik van deze bacterie bij de afvalwaterzuivering.

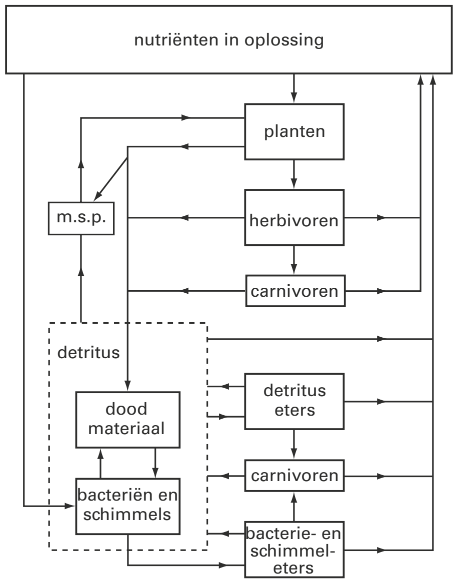
Ionen

In het schema van afbeelding 10 is geen uitscheiding van ionen door planten aangegeven, omdat de meeste ionen in de plant blijven. Over deze ionen doen leerlingen de volgende beweringen:
leerling 1: 'Planten bouwen een deel van de opgenomen ionen in eiwitten in.'
leerling 2: 'Planten gebruiken een deel van de opgenomen ionen voor de groei.'
leerling 3: 'Planten slaan een deel van de opgenomen ionen op in de vacuolen van wortelcellen.'

27 Welke van deze leerlingen doet of welke doen een juiste bewering?

A alleen leerling 1
B alleen leerling 2
C alleen leerling 3
D alleen de leerlingen 1 en 2
E alleen de leerlingen 2 en 3
F de leerlingen 1, 2 en 3

afbeelding 10



m.s.p. = micro-organismen in symbiose met producenten

Tasmaanse duivel door kanker met uitsterven bedreigd

afbeelding 11

Het grootste carnivore buideldier, de Tasmaanse duivel (*Sarcophilus harrisii*), dreigt ten onder te gaan aan een besmettelijke vorm van aangezichtskanker: Devil Facial Tumour Disease (DFTD).
In 1996 werden de eerste Tasmaanse duivels met tumoren op de kop (zie afbeelding 11) gesignaleerd. Men ontdekte dat de besmetting tot stand komt door onderlinge overdracht van tumorweefsel. De tumoren bevinden zich altijd op de kop. Tasmaanse duivels bijten elkaar daar regelmatig tijdens gevechten om voedsel en tijdens het paren. Bovendien breken delen van het tumorweefsel gemakkelijk af. Eenmaal besmet met DFTD is het dier binnen een half jaar dood, vaak ten gevolge van verhongering.

Aanvankelijk dacht men dat kankerverwekkende stoffen in het milieu de oorzaak van DFTD zouden kunnen zijn. Dit werd ingegeven door het feit dat de Tasmaanse duivel een carnivoor is.

28 Waarom leek dit aannemelijk, juist omdat de Tasmaanse duivel carnivoor is?

Gezonde Tasmaanse duivels zouden ook op een van de eilanden voor de kust van Tasmanië geplaatst kunnen worden.
Dat kan echter ongewenste gevolgen hebben voor het ecosysteem aldaar.

29 Beschrijf een mogelijk nadelig gevolg voor het ecosysteem.

Bloei van blauwalg

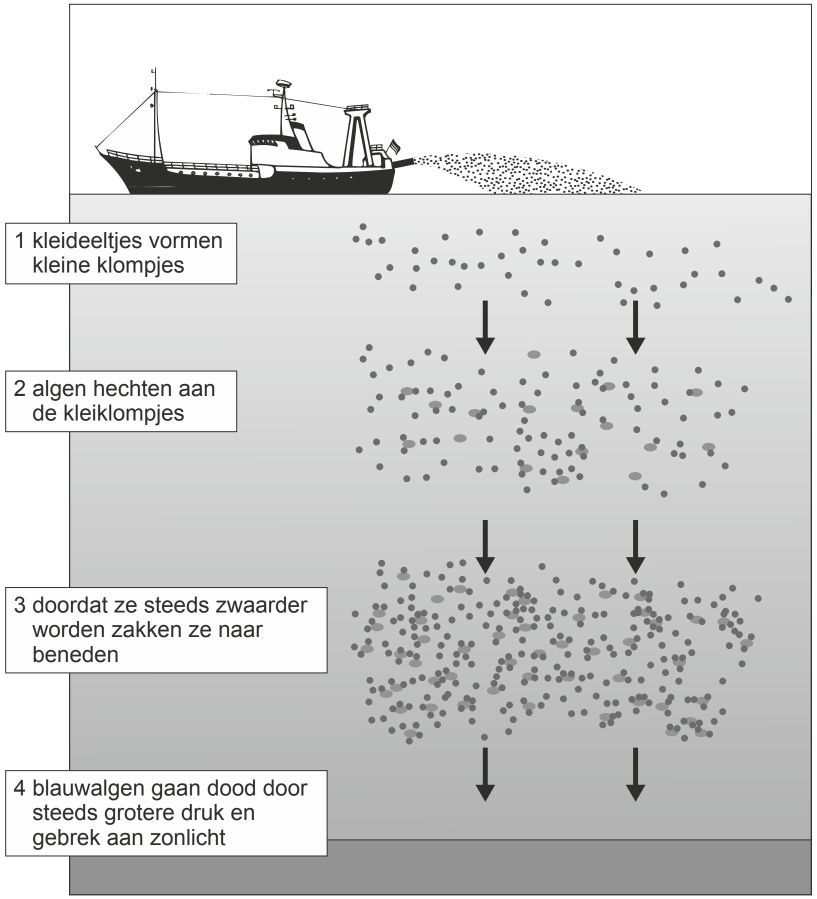
Een effect van verdere opwarming van de aarde is een plaatselijke toename van de regenval. Paerl en Huisman verwachten daardoor een grotere kans op blauwalgenbloei in de uitstroomgebieden van rivieren in zee (estuaria).

30 Door welke verandering in het water kan meer regenval op het land leiden tot een toename van algenbloei in estuaria?

A het water wordt minder troebel
B het water wordt minder zout
C het water wordt voedselrijker
D het water wordt zuurstofrijker

Men zoekt naar methoden om blauwalgenbloei tegen te gaan.
Een manier is om kleideeltjes waaraan de blauwalgen hechten op het water te sproeien. De blauwalgen zakken daardoor naar de bodem (zie afbeelding 12).

afbeelding 12

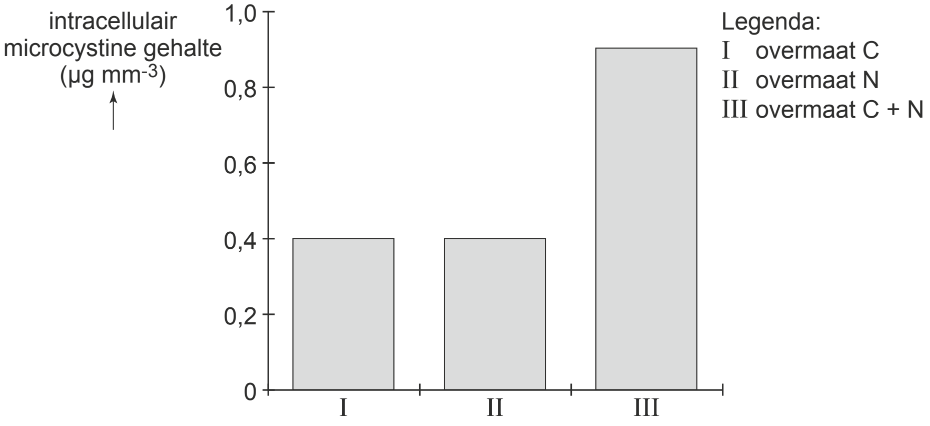


Het op deze manier (zie afbeelding 12) afzinken van blauwalgen levert ook een bijdrage aan het tegengaan van het versterkt broeikaseffect.

31 Leg uit dat deze methode bijdraagt aan het tegengaan van het versterkt broeikaseffect, maar dat het mogelijk op de lange termijn geen effect heeft.

De onderzoeksgroep van Paerl en Huisman onderzocht de invloed van milieuomstandigheden op de giftigheid van de cyanobacterie *Microcystis aeruginosa*.
In het laboratorium werden deze cyanobacteriën gekweekt in drie vaten waaraan respectievelijk een overmaat koolstof (in de vorm van CO_2), een overmaat stikstof (in de vorm van NO_3^-), of een overmaat van beide stoffen was toegevoegd. Na afloop werd het gehalte van de gifstof microcystine in de cellen bepaald.
De resultaten zijn weergegeven in afbeelding 13.

afbeelding 13



32 Leg uit dat de door mensen veroorzaakte eutrofiëring, gecombineerd met de uitstoot van broeikasgassen, de giftigheid van de cyanobacteriën *Microcystis aeruginosa* kan vergroten.

Hints bij hoofdstuk 8

1 Brandnetels groeien heel goed (gedijen) op vermeste (voedselrijke) grond.
2 Deze dieren zijn meestal gespecialiseerd op bepaalde planten.
3 Wat verdwijnt er vooral door de brand?
4 Waaruit bestaat strooisel?
5 Zoek in BiNaS of ScienceData wat er gebeurt bij nitrificatie en wat rottingsbacteriën doen.
6 Waar komen de vermestende stoffen vandaan?
7 Zet een punt op de kruising van 10 uur en 20 meter hoogte.
8 Kies de indeling van de assen zodanig dat het grafiekpapier maximaal wordt benut.
9 1/8 deel van de teruggevangen katten is gemerkt.
10 Alle veranderingen betreffen uitbreidingen.
11 Hij vangt dan minder dan 1/8 deel van de gemerkte katten terug.
12 Bij bewering twee staat ‘beperkt’.
13 Fytoplankton heeft voor zijn ontwikkeling mineralen nodig.
14 Hoe meer netplankton (groter fytoplankton) hoe langer de turnovertijd.
15 Werk vanuit C_3 naar boven.
16 Konijnen maken keutels.
17 Waar is energie voor nodig bij het produceren? Kunnen bieten veranderen?
18 Welke pijlen wijzen naar dit blok?
19 Lees zorgvuldig de nadere informatie over elk blok van het schema.
20 Alle door fotosynthese vastgelegde energie vormt de bruto primaire productie.
21 In een jong bos is er weinig dood hout.
22 In welke verhouding wordt NH_4^+ en NO_2^- in de reactievergelijking verbruikt?
23 Het begrip autotroof verwijst naar de bron van energie van een organisme.
24 Twee pijlen zijn voldoende. Het gevormde H_2O is niet aangeven.
25 Zie stikstofkringlopen in BiNaS of ScienceData.
26 Nitriet is schadelijk. Nitraat stimuleert algengroei.
27 Wat gebeurt er bij de stikstofkringloop met ionen? Wat is de oorzaak van de osmotische waarde in vacuolen?
28 Accumulatie speelt hier een rol.
29 Bij de introductie van een organisme in een ecosysteem treden verschuivingen op.
30 Op luchtfoto’s is de uitstroom van grote rivieren anders van kleur dan het zeewater.
31 Blauwalgen gebruiken stoffen uit hun omgeving voor fotosynthese.
32 Zie hint 7.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 8

Brand als beheermaatregel?

1 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- In een voedselrijk milieu worden planten die gedijen (goed kunnen leven) op voedselarme grond, weggeconcurreerd door andere planten.
- Bij vermesting kunnen de tolerantiegrenzen voor voedselrijkdom voor bepaalde planten, die op voedselarme bodems leven, worden overschreden.

Brandnetels en grassen groeien heel goed op vermeste grond.

2 *Een juist antwoord bevat een correct verband tussen een algemeen gevolg van vermesting voor (de samenstelling van) de levensgemeenschap, en de overlevingskans van bepaalde dieren.*
Voorbeelden van een juist antwoord:
- Deze dieren hebben zich blijkbaar gespecialiseerd op het leven van de vegetatie van voedselarme bodems en kunnen in een eutroof milieu (voor planten voedselrijk milieu) hun voedsel niet meer vinden.
- Door de verandering van de vegetatie wordt het ecosysteem bevolkt door andere dieren, die de oorspronkelijke dieren wegconcurreren.
- Sommige dieren vinden hun schuilplaats of nestgelegenheid in een bepaalde vegetatie, die door vermesting verdwijnt.

3 Na de brand is de strooisellaag (met dode en levende organismen) deels verdwenen / is de hoeveelheid organische stof (in en op de bodem) verminderd.
Daardoor worden mineralen niet meer goed vastgehouden / zijn mineralen vrijgekomen.
Het antwoord: er is minder vegetatie waardoor er minder mineralen worden opgenomen, is niet juist.

4 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Er is nieuwe vegetatie gegroeid waarvan bladeren in de strooisellaag terecht zijn gekomen.
- In de loop van de jaren zijn halfverbrande delen van bomen in kleine stukjes verbrokkeld in de strooisellaag terechtgekomen.

5 **C** Door nitrificatie wordt ammonium omgezet in nitraat dat kan worden opgenomen door planten en deels wordt uitgespoeld (BiNaS 93G, ScienceData 34.5).
Door uitspoeling stroomt ammonium met water naar omringende sloten en oppervlaktewater.
Door rottingsbacteriën worden eiwitten omgezet in ammonium; hierdoor stijgt het ammoniumgehalte (BiNaS 93G, ScienceData 34.5).

6 *Voorbeelden van een juist antwoord waarin een juist gegeven (uit de teksten en/of diagrammen) is gebruikt met een juist effect daarvan op de vermesting:*
- Het is maar tijdelijk effectief: na negen jaar is er weer minstens zoveel stikstof in de bodem als voor de brand.
- Het is niet effectief zolang de uitstoot van ammoniak uit veehouderijen in de omgeving door blijft gaan. Daardoor wordt het bos ook bemest.
- Het is maar deels effectief, want stikstofoxiden afkomstig van het verkeer komen via de lucht toch in het bos terecht.
- Een jaar na de brand is er veel meer ammonium en na negen jaar is er nog steeds meer dan vóór de brand. Het is dus niet effectief.

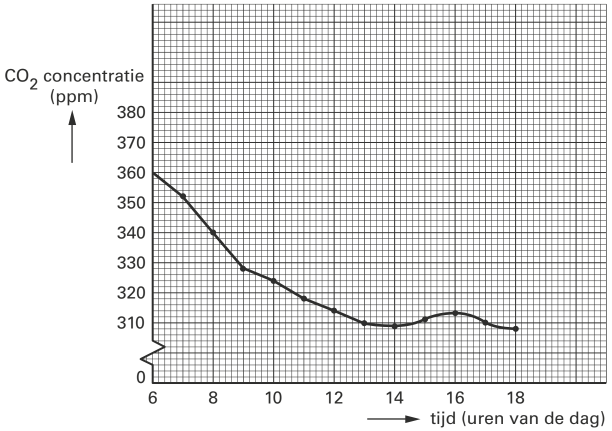
  Zie stikstofkringloop BiNaS 93G, ScienceData 34.5.

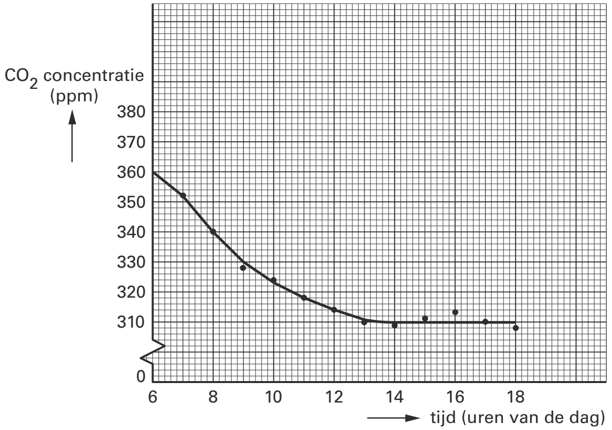
©ThiemeMeulenhoff

Koolstofdioxide

7 Tussen 320 en 330 ppm.
In het diagram is langs de verticale as de hoogte van 20 meter aangegeven. Langs de horizontale as is de tijd van 10.00 uur aangegeven. Het snijpunt van deze twee waarden bevindt zich tussen de lijnen van 320 en 330 ppm. Het verloop van de concentratie tussen twee lijnen is niet gelijkmatig; de waarde tussen twee lijnen kan dus niet precies worden afgeleid, maar alleen geschat.

8 *Twee voorbeelden van een juist diagram zijn:*





©ThiemeMeulenhoff

UITWERKINGEN

Katten

9 *Een voorbeeld van een juiste berekening is:*
- totale terugvangst : gemerkt deel terugvangst = 16 : 2
  (Van de gemerkte dieren is $^{2}/_{18}$ = $^{1}/_{9}$ teruggevangen. De totale terugvangst is dus $^{1}/_{9}$ van de totale populatie.)
- geschatte populatie = 9 x het aantal teruggevangen dieren (16) = 144.
  of
  (Van de terugvangst blijkt $^{1}/_{8}$ deel te zijn gemerkt.)
  geschatte populatie = 8 x het totaal aantal gemerkte dieren (18) = 144.

10 *Voorbeelden van te noemen veranderingen zijn:*
- op meer plaatsen vangkooien zetten
- met een andere/betere vangmethode werken
- langer vangen / ook 's nachts vangen
- vaker terugvangen

11 **A** In de tweede vangst is het aantal eerder gevangen dieren door toegenomen vluchtgedrag naar verhouding kleiner. De vermenigvuldigingsfactor wordt daardoor groter. De berekende populatie is dan te groot.

Meren

12 **B** In een zuurstofarm milieu vindt geen nitrificatie plaats maar denitrificatie.
Op 20 meter diepte is de zuurstof verbruikt door allerlei andere stofwisselingsprocessen. Dit verklaart ook de toename van CO_2 naarmate het dieper wordt.
Een lage temperatuur vertraagt stofwisselingsprocessen, maar voorkomt ze niet.

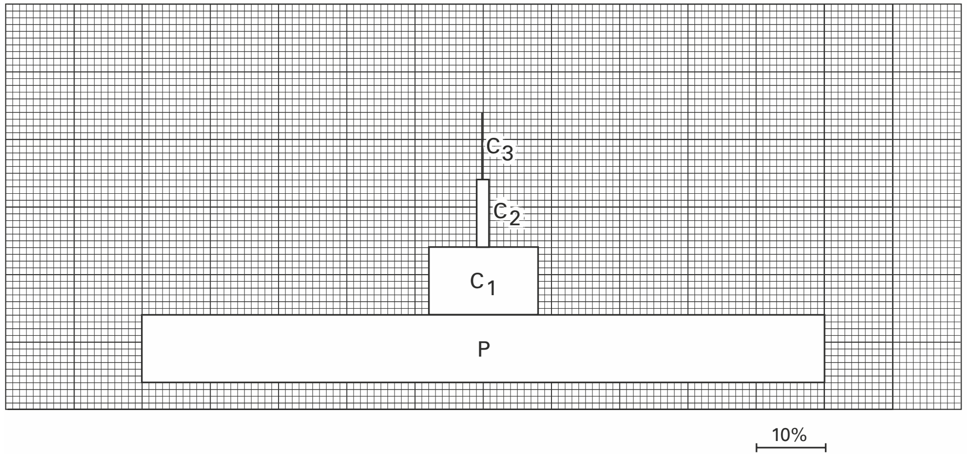
13 **A** Voor de groei van plantaardig plankton worden mineralen verbruikt. In het voorjaar neemt de concentratie mineralen daardoor af, en in het najaar bij afsterven van het plankton weer toe. Ook in de zomer groeit het plantaardige plankton sterk maar er wordt veel van gegeten door zoöplankton.
Mogelijk geeft grafiek 2 de hoeveelheid licht aan en grafiek 3 de temperatuur.

©ThiemeMeulenhoff

Verschillende meren

14 In meren 1 en 3.
Berekening van de turnovertijden (B : P) 84 : 21 = 4 en 100,8 : 25,2 = 4
Een langere turnovertijd betekent dat er relatief weinig sneldelende nanoplankton producenten zijn t.o.v. de grotere langzamer delende netplankton producenten.

15 *Een voorbeeld van een juiste piramide is:*



De piramide bestaat uit vier lagen.
De aangegeven schaal toepassen op de producenten.
Alle consumentenbalken centreren ten opzichte van de producentenbalk.
Alle drie consumentenbalken zijn juist ten opzicht van de producentenbalk (0,1; 1,8; 16)

Energie

16 **A** Niet alle energievormen op dit trofisch niveau zijn weergegeven. Een deel van het opgenomen plantaardig voedsel wordt onverteerd uitgescheiden. Ook een deel van de gevormde biomassa (konijnen) komt niet ter beschikking van het volgende niveau, bijvoorbeeld dieren die niet door predatoren zijn gevangen en doodgaan. Deze energievorm komt ter beschikking van reducenten (E_4); deze is niet weergegeven.
De hoeveelheid E in het voedsel is dus meer dan $E_1 + E_2 + E_3$.

17 *Voorbeelden van te noemen maatregelen en de veranderingen in energie zijn:*
- Plaats van groei en plaats van verwerking dichterbij elkaar brengen / transport verminderen: verbruikte energie wordt minder.
- Doelmatiger kunstmest gebruiken: verbruikte energie wordt minder.
- Geselecteerde soorten suikerbieten gebruiken met een hoge opbrengst: de energie-inhoud wordt hoger.
- Soorten suikerbieten gebruiken die ongevoelig zijn voor ziekten: de energie-inhoud wordt hoger.
- Suiker minder ver raffineren: verbruikte energie wordt minder.

Energie wordt bijvoorbeeld gebruikt voor bewerking van het land, kunstmest, gewasbescherming, transport en productie van voedingsmiddelen uit de oogst. De energieratio in Nederland is zeer laag, doordat veel van deze handelingen gemechaniseerd zijn. Zij vereisen veel energie die voornamelijk uit fossiele brandstoffen wordt verkregen.

©ThiemeMeulenhoff

Ecosystemen

18 gesuspendeerde detritus en fytoplankton

19 Uitsluitend zoöplankton, suspensie-etende bodemfauna, detritus-etende en grazende bodemfauna.
Berekening: 0,22 + 8,00 + 6,00 = 14,22 gram koolstof per m^2

Bos-ecosystemen

20 **B** De bruto primaire productie komt overeen met de fotosynthese. Dat is de netto primaire productie (36,0) plus de dissimilatie (41,3). Deze getallen betreffen de dennen in het dennenbos.

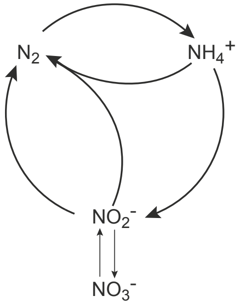
21 Er is in bos P sprake van een stabielere situatie (climax-ecosysteem). De totale dissimilatie is bijna gelijk aan de bruto primaire productie en de biomassa neemt minder toe dan in bos Q. Dit is het geval bij een ouder bos.

Anammox

22 De verhouding $^{14}N : {}^{15}N = 1 : 1$.
Volgens de gegeven reactievergelijking komt in ieder opgevangen N_2 molecuul een N van NH_4^+ en een N van NO_2^-. De overige (organische) stoffen worden hierbij buiten beschouwing gelaten.

23 Autotroof, want de bacterie zet anorganische stof (CO_2 en H_2O) om in organische stof.
Chemo-autotroof, want de energie hiervoor komt uit een chemische omzetting namelijk de anammox-reactie.

24 *Voorbeeld van een juist aangevulde kringloop:*
Volgens de anammox-reactie worden NH_4^+ en NO_2^- omgezet in N_2. Het gevormde H_2O wordt in de kringloop niet weergegeven.



25 **C** Bij fotochemische N-fixatie wordt N_2 omgezet in NO_3^- tijdens onweer (BiNaS 93G, ScienceData 34.5).
A: Biologische N-fixatie geeft aan dat N_2 door organismen wordt vastgelegd in een andere stikstofverbinding (hier NH_4^+).
B: Denitrificatie (in zuurstofarm milieu) is de omzetting van NO_2^- naar N_2.
D: Nitrificatie is de omzetting in zuurstofrijk milieu van NH_4^+ in NO_2^- en NO_2^- in NO_3^-

©ThiemeMeulenhoff

26 *Voorbeelden van een nuttig effect:*
- De bacterie zet (het schadelijke) ammonium/nitriet in het water om in (het onschadelijke) N_2.
- De bacterie verwijdert nitriet uit het water en verhindert daarmee omzetting tot nitraat.

Minder van toepassing bij een waterzuiveringsinstallatie: 'De bacterie verbruikt het broeikasgas CO_2'. Ook al omdat bij het afsterven van de bacterie de vastgelegde CO_2 weer vrijkomt.

Ionen

27 **F** Eiwitten bevatten o.a. de elementen stikstof en zwavel. Voor de vorming van eiwitten nemen planten ionen op (in de vorm van NO_3^- en SO_4^{2-}). Eiwitten worden gebruikt bij de vorming van cytoplasma, b.v. voor de vorming van nieuwe cellen bij de groei. In plantencellen komen ook vacuolen voor, compartimenten omgeven door een membraan waarin water en ionen worden opgeslagen.

Tasmaanse duivel door kanker met uitsterven bedreigd

28 Carnivoren staan op een hoog trofisch niveau / staan aan het einde van een voedselketen. Waardoor kankerverwekkende/schadelijke stoffen kunnen ophopen.

29 *Juiste voorbeelden van een nadelig gevolg:*
- De Tasmaanse duivel is een (nieuw) roofdier, waardoor bepaalde prooidieren op het eiland mogelijk zullen verdwijnen.
- De duivels kunnen voedselconcurrenten zijn van andere diersoorten, die daardoor in aantallen achteruit gaan.
- De Tasmaanse duivels verstoren dieren die op de grond broeden, waardoor zij zich niet meer voortplanten (en mogelijk uitsterven).

Bloei van blauwalg

30 **C** Met voedselrijker worden hier voedingszouten bedoeld die vrijkomen door erosie.
Bodemmateriaal dat door erosie van het land met regenwater mee naar zee stroomt maakt het water minder helder waardoor de algen minder licht krijgen.
Zeezout wordt weliswaar door regenwater verdund, maar door verhoogde erosie worden meer voedingszouten aangevoerd. Antwoord C geeft dit duidelijk weer.
Algen hebben voor hun groei geen zuurstof nodig, die produceren ze zelf. Een tekort aan zuurstof ontstaat soms bij massale aanwezigheid van algen gedurende de nacht.

31 Door het afzinken wordt vastgelegd CO_2 aan de kringloop onttrokken; indien echter de restanten worden omgezet (door reducenten), komt de eerder vastgelegde CO_2 weer terug in de atmosfeer.

32 Er is bij eutrofiëring in het water meer stikstof beschikbaar. Door het versterkt broeikaseffect wordt het zeewater (plaatselijk) warmer. / Door meer broeikasgassen/ CO_2 in de atmosfeer / Door meer HCO_3^- in het zeewater is er meer koolstof beschikbaar. Daardoor kunnen er (door meer cyanobacteriën en/of per cyanobacterie) meer microcystines geproduceerd worden.

©ThiemeMeulenhoff

9 Ecosystemen; dynamiek en diversiteit

Gradiënt-ecosystemen zijn belangrijk voor de biodiversiteit

De meeste planten- en diersoorten zijn niet geëvolueerd in homogene landschappen, maar in complexe, heterogene leefgebieden. Geleidelijke overgangen in milieufactoren gaan daar gepaard met een geleidelijke verandering in soortensamenstelling. In een dergelijk 'gradiëntecosysteem' is er vaak een grote diversiteit aan planten en dieren.
Ecologische gradiënten zijn daardoor waardevol voor het voortbestaan van veel soorten.

Een voorbeeld van een ecologische gradiënt vind je in het noorden en het oosten van Nederland, op kwelgevoede zandgronden. Dat zijn zandgronden waar het kalkrijke grondwater uit de bodem omhoog komt (kwel).
Naast elkaar komen daar twee ecosystemen met een eigen vegetatietype voor: de 'heischrale graslanden' en de 'kalkmoerassen'. In het overgangsgebied tussen deze twee ecosystemen is het vegetatietype 'blauwgrasland' te vinden, een gradiënt-ecosysteem dat nog maar zelden voorkomt.
Zowel abiotische als biotische factoren bepalen voor een belangrijk deel welk type vegetatie op een bepaalde plaats ontstaat. Op de kwelgevoede zandgronden zijn het vooral de zuurgraad en kalkrijkdom van de bodem die het vegetatietype bepalen.

Het zijn met name de biotische factoren die bepalen of er heischraal grasland of blauwgrasland ontstaat. Een daarvan is de factor 'grazers'.
Grazers kunnen in een grasland:
1 de bodem bemesten;
2 de planten betreden;
3 van de planten eten.

1 Door welke van deze activiteiten kan de vegetatie van samenstelling veranderen?
A alleen 1
B alleen 3
C alleen 1 en 2
D alleen 2 en 3
E 1, 2 en 3

Ook het maaibeheer (hoe vaak en wanneer er gemaaid wordt, en of het maaisel blijft liggen of niet) is van invloed op het ontstaan van een heischraal grasland of blauwgrasland.

2 Leg aan de hand van een voorbeeld van maaibeheer uit wat het gevolg ervan is op de ontwikkeling van de vegetatie in het betreffende gebied.

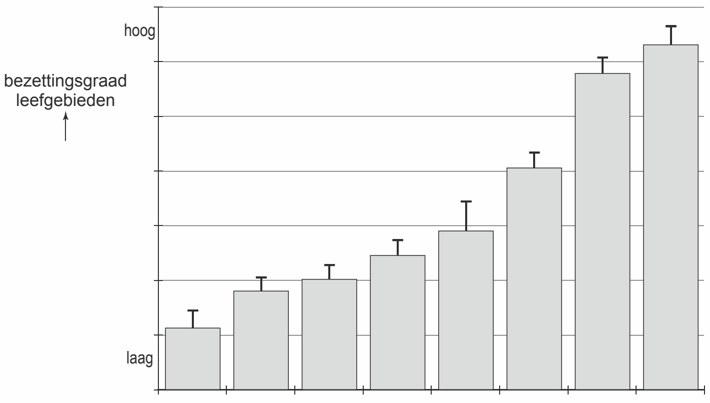
©ThiemeMeulenhoff

Op veel plaatsen is, door de afname van de kalkrijke kwel, het ecosysteem kalkmoeras verdwenen. Als deze situatie lang voortduurt, neemt ook de biodiversiteit van de kwelgevoede zandgronden af.
Door beheermaatregelen kunnen de lokale abiotische omstandigheden zo aangepast worden dat er in de loop van de tijd opnieuw het vegetatietype kalkmoeras kan ontstaan. Voorwaarde is de lokale aanwezigheid van blauwgrasland als gradiënt-ecosysteem.

3 Leg uit wat de rol is van het aanwezige blauwgrasland bij het opnieuw ontstaan van het vegetatietype kalkmoeras.

Bij het overwegen van beheermaatregelen wordt onder andere de ‘bezettingsgraad’ van plantensoorten betrokken. Dat is de mate waarin de plant zich, op de plaats waar de soort zich van nature blijvend zou kunnen vestigen (de potentiële ecologische nis), daadwerkelijk gevestigd heeft.
De bezettingsgraad is onder andere afhankelijk van de mate waarin planten zich via zaden kunnen verspreiden (dispersiecapaciteit), de levensduur van de planten en die van de zaden.
In afbeelding 1 is de relatie weergegeven tussen drie eigenschappen van planten en de bezettingsgraad.

afbeelding 1



dispersiecapaciteit	laag				hoog			
levensduur planten	kort		lang		kort		lang	
levensduur zaden	kort	lang	kort	lang	kort	lang	kort	lang

---

4 Welke van deze eigenschappen bevordert het bezetten van de ecologische nis het meest, en welke het minst?

	meeste invloed	minste invloed
A	dispersiecapaciteit	levensduur plant
B	dispersiecapaciteit	levensduur zaad
C	levensduur plant	dispersiecapaciteit
D	levensduur plant	levensduur zaad

De concurrentie tussen verschillende plantensoorten kan een reden zijn dat bepaalde planten hun potentiële ecologische nis niet kunnen bezetten.
Dit geldt vooral voor planten waarvan de zaden een korte levensduur hebben.

5 Geef een verklaring voor het feit dat de levensduur van de zaden de bezettingsgraad van de plant kan beïnvloeden.

Bij het beheer van de hogere zandgronden speelt instandhouding van gradiënt-ecosystemen een belangrijke rol.
Het behoud van voldoende blauwgraslanden is voor bijvoorbeeld de zeer zeldzame, beschermde knotszegge Carex buxbaumii (zie afbeelding 2) van levensbelang.

afbeelding 2

De ecologische nis van knotszegge is zeer sterk gebonden aan dit gradiëntecosysteem en de soort heeft een beperkte dispersiecapaciteit.

6 Leg uit dat door de combinatie van deze twee eigenschappen, de knotszegge zonder adequate beheermaatregelen een bedreigde plantensoort zal blijven.

In sloot en plas

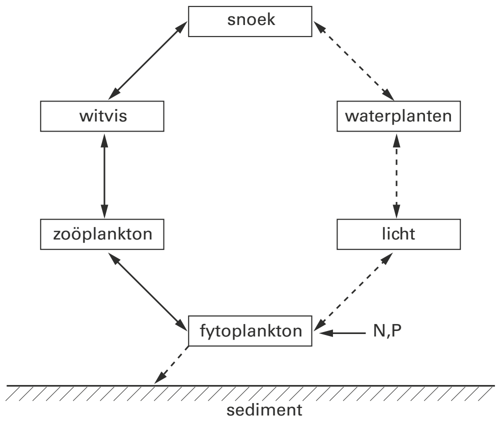
Tekst 2 en afbeelding 3 zijn afkomstig uit een artikel over de relaties in een zoetwaterecosysteem.

---

tekst 2
De diverse onderdelen van de voedselkringloop houden elkaar in evenwicht in water dat een relatief lage belasting met voedingsstoffen ondervindt (zie afbeelding 4). De hoeveelheid fytoplankton (= plantaardig plankton) is een resultante van productie, consumptie en mineralisatie. Consumptie kan zeer belangrijk zijn, want ook in voedselrijker water kan zoöplankton (= dierlijk plankton) de hoeveelheid algen reguleren. Het water is helder en licht dringt ver door, waardoor hogere planten en kranswieren op de bodem kunnen groeien. De waterplanten bieden een schuilplaats voor het zoöplankton, dat daardoor niet volledig wordt gegeten door witvis (= kleinere vissen zoals voorn). Daarnaast bieden de waterplanten een schuilplaats voor de snoek. Snoeken eten vrijwel alle soorten vis.

---

afbeelding 3



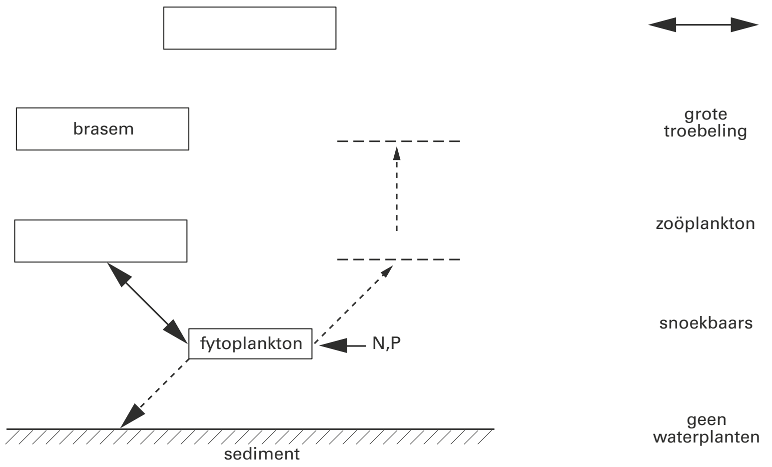
In afbeelding 3 geven de getrokken pijlen voedselrelaties aan en de onderbroken pijlen andere soorten relaties. Met N en P zijn respectievelijk stikstofverbindingen en verbindingen met fosfor (fosfaten) bedoeld.

Door eutrofiëring verandert het beschreven zoetwaterecosysteem. Vissen die zich beter kunnen handhaven in geëutrofieerd water, vervangen de oorspronkelijke soorten. Brasem en snoekbaars verdringen witvis en snoek. Brasem is, beter dan de meeste andere soorten, in staat om kleine voedselorganismen te benutten. Snoekbaars, een consument van de tweede orde die de snoek verdringt, eet geen brasem maar wel witvis.

Van de situatie die dan ontstaat, wil een leerlinge voor zichzelf een schema tekenen. Zij komt niet verder dan een opzet die in de bijlage hieronder is opgenomen. In haar schema ontbreken nog vijf gegevens, die naast het schema zijn geplaatst.

7 Maak het schema in de bijlage af door deze vijf ontbrekende gegevens op de juiste plaats te zetten.

bijlage bij vraag 7



De Loosdrechtse Plassen zijn een sterk geëutrofieerd zoetwaterecosysteem. Ter vermindering van de P-concentratie in de Loosdrechtse Plassen werden de volgende maatregelen overwogen: baggeren, dat is het wegscheppen van bodemmateriaal; biomanipulatie door het ingrijpen in de voedselketen; chemomanipulatie door bepaalde P-bindende stoffen aan het water toe te voegen; doorspoelen met P-arm water.
Bij biomanipulatie grijpt men in de predator-prooi-regulatie in. In de Loosdrechtse Plassen zijn grote hoeveelheden brasem weggevangen, terwijl tegelijkertijd jonge snoeken werden uitgezet.

8 Leg uit dat het wegvangen van brasem in combinatie met het uitzetten van jonge snoek een betere maatregel is ter verbetering van het evenwicht in het zoetwaterecosysteem dan alleen het wegvangen van brasem.

In het geëutrofieerde zoetwaterecosysteem van de Loosdrechtse Plassen komen andere soorten fytoplankton en zoöplankton voor dan in voedselarme zoetwater-ecosystemen. In het fytoplankton worden groenwieren verdrongen door blauwwieren, die niet of nauwelijks eetbaar zijn. In het zoöplankton neemt vooral het aantal watervlooien af en daarvoor in de plaats komen kleinere soorten zoöplankton.
In tabel 1 zijn de gemiddelde concentraties gegeven van zoöplankton en seston (= fytoplankton, bacteriën, detritus, opgewerveld veen) in 1955 en 1986.

tabel 1

	1955	1986
zoöplankton (> 150 mm), mg L^{-1} drooggewicht	0,15	0,6
seston (< 150 mm), mg L^{-1} drooggewicht	0,5	29

Twee leerlingen formuleren een bewering naar aanleiding van bovenstaande gegevens.
Leerling 1 zegt: 'De totale hoeveelheid zoöplankton stijgt, doordat het aandeel van het fytoplankton in het seston toeneemt'.
Leerling 2 zegt: 'De totale hoeveelheid zoöplankton stijgt naar verhouding minder dan de totale hoeveelheid seston, doordat het seston een lagere voedselkwaliteit krijgt'.

9 Welke van deze leerlingen heeft of welke hebben een juiste bewering gedaan?
A geen van beide leerlingen
B alleen leerling 1
C alleen leerling 2
D beide leerlingen

Experiment

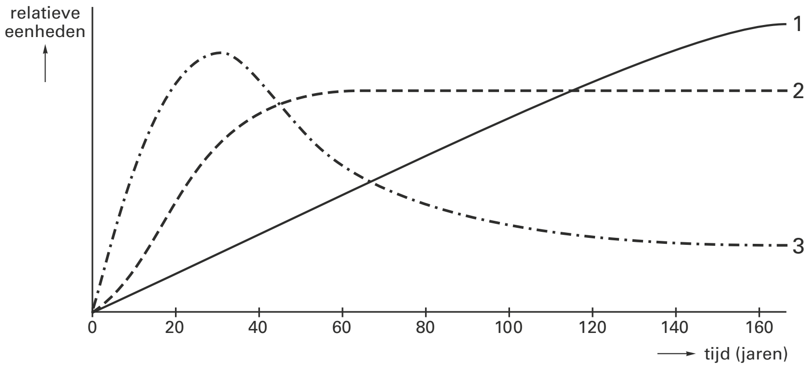
In een beheerexperiment wordt het braak liggen van akkers bestudeerd. De onderzoeker laat een akker gedurende vijf jaar braak liggen. Na deze vijf jaar constateert hij dat op deze akker successie heeft plaatsgevonden. Zijn constatering berust op zijn waarneming van de diversiteit aan soorten en het aantal gespecialiseerde nissen.

10 Noem vier andere kenmerken van successie.

Biomassa

De biomassa van een bos waarin de mens niet ingrijpt, is afhankelijk van het stadium van de successie waarin het bos zich bevindt. In het diagram van afbeelding 4 zijn drie grafieken getekend. Eén van deze grafieken geeft de biomassa (in kg drooggewicht per m^2) weer.

afbeelding 4



11 Welke van de grafieken geeft het verloop van de biomassa tijdens successie weer? Leg je antwoord uit. Geef in je uitleg de reden waarom je de grafiek hebt gekozen en geef de redenen waarom je de twee andere grafieken niet hebt gekozen.

Een tropisch regenwoud bevindt zich in een climaxstadium.

12 Noem drie kenmerken van een climaxstadium.

Verwoestijning

Verwoestijning, de degradatie van op zich goede landbouwgronden, is een groot probleem voor droge gebieden. Een derde van het aardoppervlak hier al mee te maken. Naast klimaatverandering speelt de mens hierin een grote rol.
De universiteit van Wageningen is projectleider geworden van een internationaal project, waarin wetenschappelijke instituten uit alle werelddelen werken aan de pro-blemen van verwoestijning. Samen met de bewoners worden alternatieve strategieën ontwikkeld om verdere verwoestijning te voorkomen en de reeds aangetaste gebieden te herstellen.
De klimaatverandering die verwoestijning veroorzaakt is mogelijk indirect een gevolg van menselijk handelen.

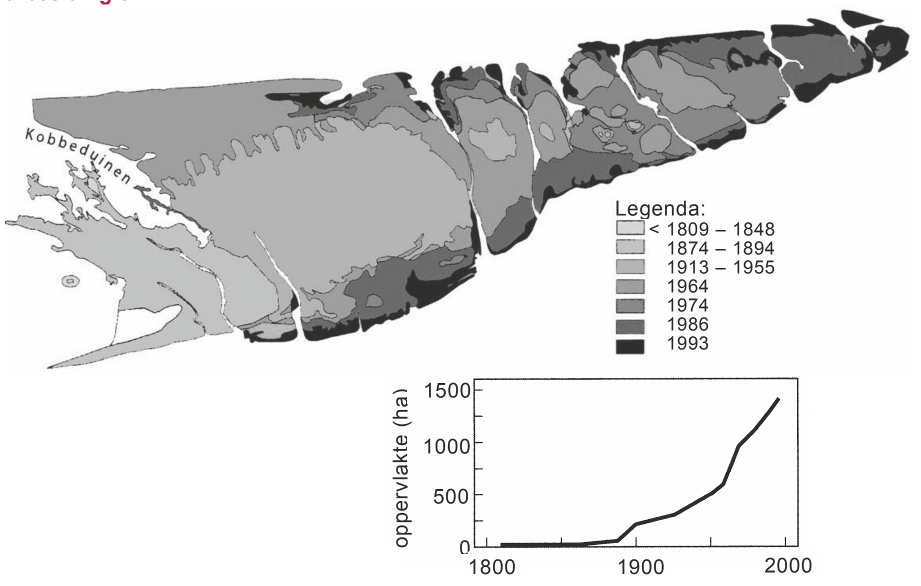
13 Leg uit door welk menselijk handelen deze wereldwijde klimaatverandering mogelijk wordt veroorzaakt.

14 Bij verwoestijning speelt de mens ook direct een grote rol. Geef twee voorbeelden van menselijke activiteiten die kunnen leiden tot verwoestijning.

Schiermonnikoog groeit

Onder invloed van wind en water verandert de grootte van het waddeneiland Schiermonnikoog voortdurend. In afbeelding 5 is de toename van de oostelijke helft van dit waddeneiland in de loop van de tijd weergegeven.

afbeelding 5



bron: R. van der Wal, Gevecht met zoutmelde, Natuur & Techniek, juni 2000, 60

Het Waddeneiland Schiermonnikoog ligt niet vast op zijn plek; de zee slaat zand weg aan de Noordzeekant maar laat ook zand achter aan de oostkant van het eiland en vormt daar de kwelder. Bij de ontwikkeling van de kwelder blijken hazen een sleutelrol te spelen. De rotganzen die op de kwelder grazen, hebben daar voordeel van.
Planten die zijn aangepast aan het zoute water zorgen voor het vastleggen van het zand en dragen zo bij aan de groei van de kwelder. Tijdens overstromingen zet de zee dunne laagjes klei af op de zandige ondergrond. Op een honderd jaar oude kwelder ligt een laag van wel vijftien centimeter. Steeds meer planten soorten groeien er op de ouder wordende kwelder. Op de jonge kwelder kunnen zeekraal en gerande schijnspurrie het hoofd net boven water houden, ze worden opgevolgd door een lage vegetatie van zilte rus, zeeweegbree en kweldergras. Enige tientallen jaren later groeien er struikachtige planten als zoutmelde en zeealsem. Naast insecten en bodemdiertjes zijn er grazers actief zoals haas, konijn en verschillende soorten ganzen.

Uit de voorgaande tekst is een aantal kenmerken van successie af te leiden.

15 Schrijf twee algemene kenmerken van successie op waarvan in de tekst een voorbeeld wordt gegeven.
Noteer bij beide kenmerken de regelnummers in de tekst waarin je een voorbeeld van deze kenmerken aantreft.

16 Beschrijf drie veranderingen die optreden in het abiotische milieu en die een bijdrage leveren aan de successie.

Onderdompelgen maakt rijstrassen ‘waterproof’

Het is maar een simpel gen, maar wel één dat bij miljoenen mensen honger kan voorkomen. Plantenveredelaar David Mackill van het International Rice Research Institute is erin geslaagd om uit een laag productief Indiaas rijstras het ‘onderdompelgen’ Sub1A in te kruisen in veel gebruikte commerciële rijstrassen. Dankzij dit onderdompelgen kan rijst langdurige overstromingen doorstaan.

afbeelding 6

De nieuwe rijstrassen, die langdurige overstroming moeten weerstaan, worden door Indiase boeren uitgetest (zie afbeelding 6). De resultaten zijn hoopgevend.
Bij langdurige onderdompeling is de opbrengst vijf tot tien keer hoger dan die van soortgelijke rassen zonder het onderdompelgen.
De veldproeven die vereist zijn voor nieuwe gewassen, zijn nodig om te onderzoeken of het gewas de nieuwe eigenschap bezit en er geen belangrijke andere eigenschappen verloren zijn gegaan. Maar ook, en dat geldt vooral voor transgene gewassen, om bepaalde negatieve effecten van deze gewassen op de omgeving uit te sluiten.

17 Beschrijf twee mogelijke negatieve effecten van een genetisch gemodificeerde rijstvariant op de omgeving, die uit veldproeven kunnen blijken.

©ThiemeMeulenhoff

Hints bij hoofdstuk 9

1 Er zijn kwetsbare plantensoorten en planten die tegen een stootje kunnen.
2 Op termijn verandert maaisel in humus.
3 In de overgang (gradiënt) kunnen soorten van beide ecosystemen leven.
4 Vergelijk de invloed van één factor, terwijl de overige factoren gelijk blijven.
5 Hoe langer je kunt wachten, hoe groter de kans op een gunstige situatie.
6 Dispersie betekent verspreiding, dus de nakomelingen staan niet ver weg.
7 Snoekbaars eet geen brasem. Veel fytoplankton geeft troebel water.
8 Snoeken eten vrijwel alle soorten vis.
9 Het seston (fytoplankton, bacteriën, detritus en opgewerveld veen) neemt toe.
10 Hoe verandert het aantal groene cellen ten opzichte van het totaal aantal cellen?
11 Het verloop wordt tijdens successie aangegeven.
12 De groei is eruit.
13 CO_2 neutraal handelen zou beter zijn.
14 Je kunt ook teveel vee bezitten.
15 Successie gaat over geleidelijke verandering.
16 Noem behalve de verandering ook de oorzaak ervan.
17 In een omgeving komen altijd andere organismen voor.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 9

Gradiënt-ecosystemen zijn belangrijk voor de biodiversiteit

1 **E** Door bemesten worden soorten die alleen op voedselarme grond kunnen leven weggeconcurreerd.
Kwetsbare planten (bv. orchideeën) hebben meer nadeel van betreding dan robuuste planten (weegbree, varkensgras).
Grazers hebben een voorkeur voor bepaalde planten; ontkiemde boomzaadjes worden in een weiland door grazers tussen het gras weggegeten.

2 *Voorbeelden van een antwoord met een juist gevolg van een bepaald maaibeheer en een juiste beschrijving van de invloed daarvan op de vegetatie:*
- Door maaien en afvoeren van het maaisel treedt verschraling (verarming aan voedingsstoffen) op. Soorten die daaraan aangepast zijn, kunnen andere soorten wegconcurreren.
- Als na het maaien het maaisel niet wordt verwijderd, kan eutrofiëring (verrijking aan voedingsstoffen) plaatsvinden en kunnen snel woekerende soorten de overhand krijgen.
- Door te maaien vóór zaadvorming van eenjarige planten kunnen deze soorten verdwijnen en blijven vooral de twee- en meerjarige planten over.
- Als er weinig gemaaid wordt, verandert het microklimaat en krijg je een geleidelijke successie naar plantensoorten die daaraan beter aangepast zijn.

3 Plantensoorten uit het verdwenen kalkmoeras kunnen (een tijdlang, in kleine aantallen) in de blauwgraslanden overleven.
Zij kunnen, wanneer de (abiotische) omstandigheden gunstig worden gemaakt, zich er snel vestigen. / Zij kunnen bijdragen aan het ontstaan van een kalkmoeras in het (door de beheermaatregelen) geschikt gemaakte gebied.

4 **B** Vergelijk steeds van één eigenschap (laag/hoog of kort/lang) de invloed op de bezettingsgraad. Dit kan alleen als andere twee eigenschappen gelijk zijn.
Het verschil in lage en hoge dispersiecapaciteit blijkt dus uit vergelijking van staaf 1 met 5; 2 met 6, 3 met 7 en 4 met 8, en is 2 tot 4 strepen.
Het verschil in bezettingsgraad, afhankelijk van een korte of lange levensduur van planten, blijkt uit staaf 1 en 3; 2 en 4; 5 en 7; 6 en 8, en is 1 tot 3 strepen.
Het verschil in bezettingsgraad door planten met zaden die een korte of lange levensduur hebben, blijkt uit staaf 1 en 2; 3 en 4; 5 en 6; 7 en 8, en varieert van een ½ tot 1 streep.

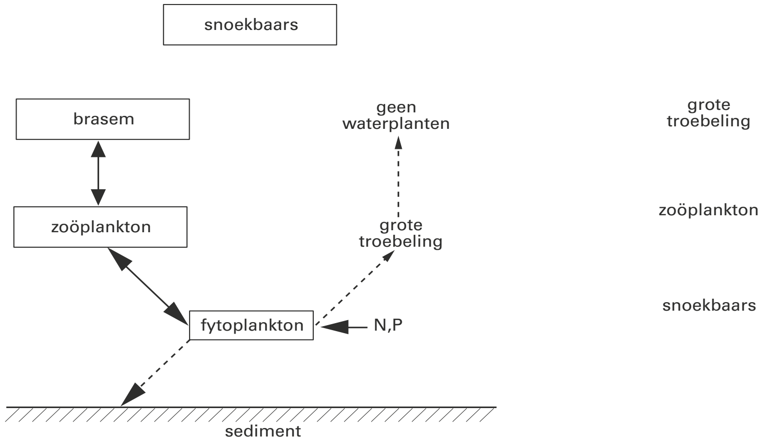
5 *Voorbeelden van een juiste verklaring:*
- Zaden met een lange levensduur kunnen lange tijd in de bodem 'wachten' tot de omstandigheden gunstig zijn om te ontkiemen.
- Voor zaden met een korte levensduur moet er snel een nis vrijkomen, willen ze er ontkiemen en zich vestigen.
- Van zaden met een lange levensduur komen er steeds meer in de bodem, waardoor de kans dat ze een keer een vrijgekomen nis kunnen bezetten groter wordt.

Het begrip nis (niche) en (micro)habitat overlapt, zoals hier gebruikt, sterk.

6 Doordat er nog maar weinig blauwgrasland is, komt de plant maar op weinig plaatsen voor en kan de plant (als ze al ergens voorkomt) door de lage dispersiecapaciteit de andere blauwgraslanden (vrijwel) niet bereiken.

In sloot en plas

7



Zoöplankton leeft alleen van fytoplankton. Brasem blijkt goed in staat kleine voedselorganismen, dus zoöplankton, te benutten. Door eutrofiëring neemt de hoeveelheid fytoplankton toe, dat het water troebel maakt. Grote troebeling houdt licht tegen, waardoor er geen waterplanten op de bodem kunnen groeien.
Er zijn geen relaties gegeven met betrekking tot snoekbaars.

8 *In een juiste uitleg zijn de volgende elementen te onderscheiden:*
- Alleen wegvangen van brasem heeft een tijdelijk effect; op langere termijn herstelt de populatie zich weer.
- Toevoegen van snoek veroorzaakt een blijvende afname van de populatie brasems, want snoek eet (jonge) brasem.

Door het wegvangen van brasems kan het zoöplankton zich uitbreiden; dat eet het fytoplankton op, zodat het water helderder wordt. Er kunnen dan weer waterplanten groeien, waartussen het zoöplankton zich gedeeltelijk schuil kan houden.
Gegeven is dat snoeken vrijwel alle soorten vis eten, dus ook (jonge) brasem.

9 **C** Het zoöplankton leeft van het seston. De hoeveelheid zoöplankton is gestegen van 0,15 naar 0,6 mg per liter; ongeveer 4 keer zo veel. Het seston is gestegen van 0,5 naar 29 mg per liter; ongeveer 50 keer zoveel. Daarbij zijn groenwieren vervangen door blauwwieren die nauwelijks eetbaar zijn. Doordat het seston een lagere voedselkwaliteit krijgt, stijgt de hoeveelheid zoöplankton naar verhouding minder dan de totale hoeveelheid seston $\Rightarrow$ de bewering van leerling 2 is juist.
Seston bestaat uit fytoplankton, bacteriën, detritus en opgewerveld veen. Uit een toename van de hoeveelheid seston (tabel 1) kan daarom niet worden bepaald of ook het aandeel fytoplankton is toegenomen.

Experiment

10 *Voorbeelden van vier te noemen kenmerken:*
- De kringloop wordt gesloten.
- De biomassa neemt (steeds langzamer) toe.
- De gelaagdheid neemt toe.
- Het voedselweb wordt ingewikkelder.
- De productie wordt gelijk aan de afbraak.
- De hoeveelheid cellen met bladgroen wordt minder in verhouding tot het totaal aantal cellen.

Er ontstaat geleidelijk een climaxstadium, dat is een tamelijk stabiele toestand.

Biomassa

11 grafiek 1 = biomassa
Bij het ouder worden van bomen neemt de biomassa steeds toe (zodat de grafiek in de aangegeven periode een constante stijging moet vertonen).
Bomen worden ouder dan 50 jaar, daarom komt grafiek 2 niet in aanmerking en bomen blijven doorgroeien, daarom komt grafiek 3 niet in aanmerking.
Gevraagd wordt het verloop 'tijdens successie'. Er is dan nog geen climax (evenwicht) opgetreden, en dus is grafiek 2 onjuist.

12 Kenmerken van een climaxstadium zijn *(noem er drie)*:
- gesloten kringlopen
- grote biomassa
- gelaagdheid
- grote diversiteit
- gespecialiseerde nissen/niches
- ingewikkeld voedselweb
- productie gelijk aan afbraak
- successie verloopt langzaam

Verwoestijning

13 Als gevolg van de verbranding van fossiele brandstoffen wordt meer CO_2 geproduceerd dan verbruikt, waardoor het broeikaseffect wordt versterkt en de atmosfeer opwarmt.

14 *Juiste voorbeelden van menselijke activiteiten die verwoestijning kunnen veroorzaken:*
- ontbossing
- overbegrazing
- verkeerd waterbeheer
- uitputting van de bodem door land- en tuinbouw (zonder bemesting).

©ThiemeMeulenhoff

Schiermonnikoog groeit

15 *Voorbeelden van algemene kenmerken:*
- het vestigen van een pioniervegetatie: in regels 6-7
- verandering van de vegetatie / opvolging van (planten en dier)soorten: in regels 9-10 / regels 10-12/10-15
- toename biomassa / toename complexiteit van het voedselnet: in regels 10-15

16 *Voorbeelden van juist beschreven veranderingen:*
- De bodem wordt vruchtbaarder door omzetting van plantenresten/mest.
- Door de planten wordt de afgezette klei vastgehouden; daardoor is er minder kans op overstroming en wordt het milieu minder zout.
- Door de resten van planten ontstaat ophoging en daardoor wordt het milieu droger.
- De planten geven beschutting tegen de wind.
- Door begroeiing worden de temperatuurwisselingen minder extreem.
- Er ontstaan schaduwplekken door begroeiing.
- De bodem wordt luchtiger door aanwezigheid van bodemdiertjes.

Onderdompelgen maakt rijstrassen 'waterproof'

17 *Voorbeelden van negatieve effecten, waarvan je er twee moet geven:*
- Het gen kan bij (wind)bestuiving overgaan op andere planten.
- De plant kan schadelijk zijn voor dieren.
- De plant kan een snellere uitputting van de bodem veroorzaken.
- Een hogere methaanuitstoot van het rijstveld (met als gevolg een versterking van het broeikaseffect).
- De rijst kan andere gewassen in de omgeving overwoekeren.

©ThiemeMeulenhoff

10 Voeding en vertering

Vetvertering

In melk komt onder andere vet voor. Dit melkvet wordt in de darm van de mens verteerd onder invloed van het enzym lipase dat zich in het alvleessap bevindt. Om de mate waarin de vetvertering in een experiment plaatsvindt te kunnen waarnemen, kun je gebruikmaken van de kleuromslag van de zuur-base indicator fenolftaleïne. Fenolftaleïne is bij pH < 8,2 kleurloos en bij pH > 8,2 roze tot paars-rood. De pH van volle melk is lager dan 8,2.
Je gaat onderzoeken wat de invloed is van gal op de snelheid waarmee melkvet wordt verteerd. Je voert de proef als volgt in duplo uit:
– je vult buis 1 en 2 met melk, alvleessap, gal;
– je vult buis 3 en 4 met melk, alvleessap, water;
– aan elke buis voeg je evenveel fenolftaleïne toe;
– je maakt de pH van de buizen gelijk door toevoeging van NaOH;
– je controleert de pH met pH-papier.

De hoeveelheden melk, alvleessap, gal of water kies je niet willekeurig.

1 Aan welke voorwaarden moeten deze hoeveelheden in de buizen 1 en 3 voldoen?
A Alleen de hoeveelheden melk moeten in beide buizen hetzelfde zijn.
B Alleen de hoeveelheden alvleessap moeten in beide buizen hetzelfde zijn.
C Alleen de hoeveelheid gal moet in buis 1 hetzelfde zijn als de hoeveelheid water in buis 3.
D De hoeveelheden melk moeten in deze buizen hetzelfde zijn, de hoeveelheden alvleessap moeten in deze buizen hetzelfde zijn en de hoeveelheid gal in buis 1 moet hetzelfde zijn als de hoeveelheid water in buis 3.
E In elke buis moeten de hoeveelheden melk gelijk zijn aan die van alvleessap en gal of alvleessap en water.

2 Welke waarde moet de pH in de buizen hebben na toevoeging van NaOH?
A een waarde iets boven 8,2
B de waarde 8,2
C een waarde iets onder 8,2

Diarree

Van bedorven vlees kun je ernstige diarree krijgen.
Hierover worden twee beweringen gedaan:
1 Bacteriën in bedorven vlees produceren stoffen die de darmen irriteren of beschadigen;
2 De darmen reageren op de bacteriën uit bedorven vlees door een verminderde peristaltiek, waardoor er meer waterabsorptie plaatsvindt.

3 Welke van deze beweringen kan of welke kunnen een verklaring zijn voor de optredende diarree?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D beide

Speekselamylase

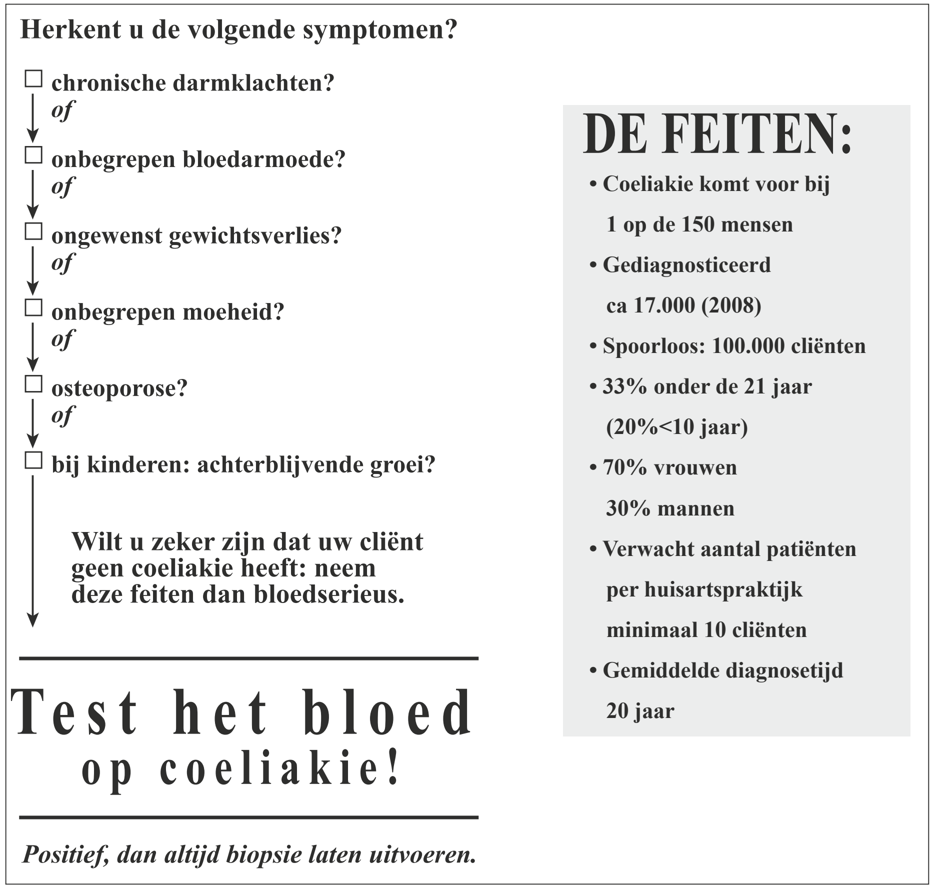
De afgifte van speekselamylase komt bij het eten meteen op gang.

4 Waardoor wordt de snelle afgifte van speekselamylase geregeld?
A Zintuigcellen in de mond activeren het orthosympatisch zenuwstelsel.
B Zintuigcellen in de mond activeren het parasympatisch zenuwstelsel.
C De productie van gastrine leidt tot het activeren het orthosympatisch zenuwstelsel.
D De productie van gastrine leidt tot het activeren het parasympatisch zenuwstelsel.

Coeliakie, een onbekende volksziekte

Coeliakie is een aandoening aan de dunne darm die het gevolg is van overgevoeligheid voor gluteneiwitten uit tarwe en andere granen.
De ziekte coeliakie wordt vaak niet herkend. De Nederlandse Coeliakie Vereniging attendeert huisartsen op ‘verborgen’ patiënten door middel van een folder. Een bewerkt fragment daaruit is in afbeelding 1 weergegeven.

afbeelding 1


Herkent u de volgende symptomen?

- ☐ chronische darmklachten? *of*
- ☐ onbegrepen bloedarmoede? *of*
- ☐ ongewenst gewichtsverlies? *of*
- ☐ onbegrepen moeheid? *of*
- ☐ osteoporose? *of*
- ☐ bij kinderen: achterblijvende groei?

Wilt u zeker zijn dat uw cliënt geen coeliakie heeft: neem deze feiten dan bloedserieus.

DE FEITEN:
- Coeliakie komt voor bij 1 op de 150 mensen
- Gediagnosticeerd ca 17.000 (2008)
- Spoorloos: 100.000 cliënten
- 33% onder de 21 jaar (20%<10 jaar)
- 70% vrouwen 30% mannen
- Verwacht aantal patiënten per huisartspraktijk minimaal 10 cliënten
- Gemiddelde diagnosetijd 20 jaar

Test het bloed op coeliakie!

Positief, dan altijd biopsie laten uitvoeren.

De meeste eiwitten uit de voeding worden in het verteringsstelsel volledig verteerd.
Drie organen van het verteringsstelsel zijn: de maag, de alvleesklier en de dunne darm.

5 Welk van deze organen produceert of welke produceren (pro-)enzymen met een functie bij de eiwitvertering?

A alleen de maag
B alleen de alvleesklier
C alleen de dunne darm
D alleen de maag en de alvleesklier
E alleen de alvleesklier en de dunne darm
F de maag, de alvleesklier en de dunne darm

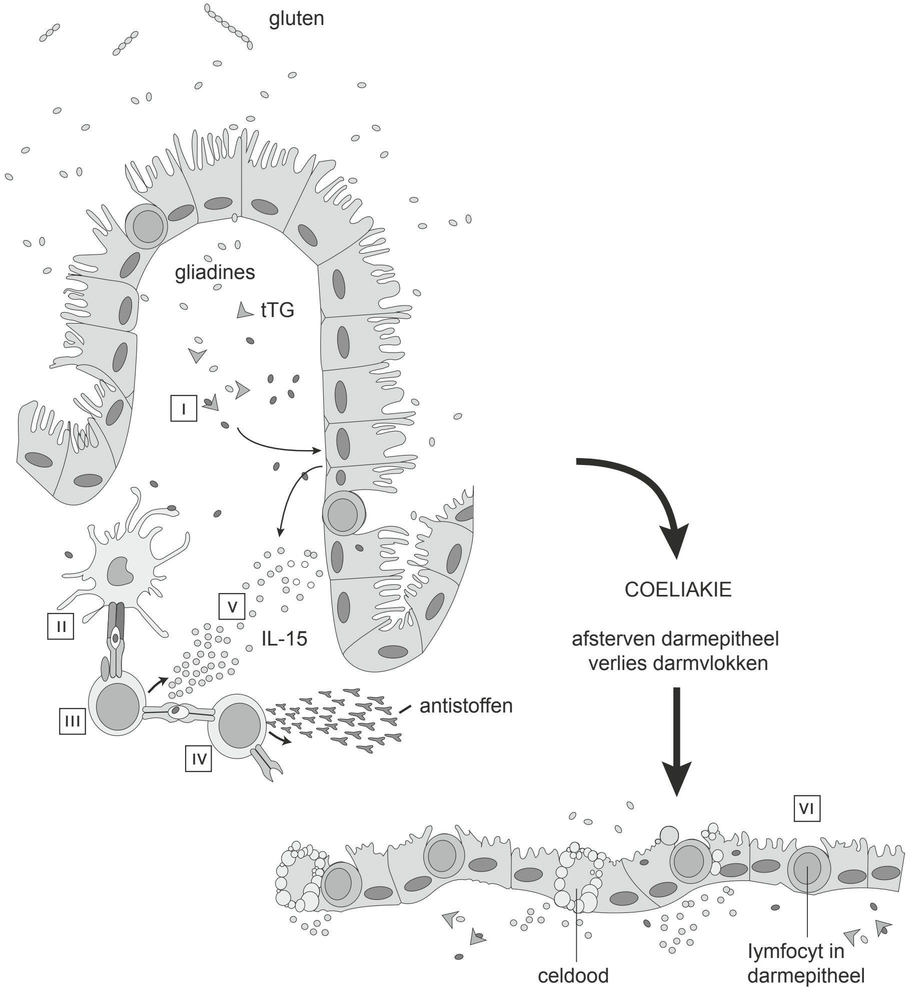
Bepaalde gluteneiwitten, de gliadines, zijn relatief bestand tegen enzymatische afbraak. Bij coeliakie ontstaat een afweerreactie tegen gliadines, met als gevolg een ontsteking van de dunne darm.
Als de ontstekingsreactie aanhoudt, sterven darmwandcellen af en verdwijnen er darmvlokken (vlokatrofie). Mensen met coeliakie kunnen als gevolg hiervan na het eten van gluten chronische darmklachten krijgen, zoals aanhoudende diarree.
In het fragment uit de folder (afbeelding 1) staan nog vijf andere symptomen die het gevolg kunnen zijn van coeliakie.

6 – Kies twee van de andere symptomen en neem die over op je antwoordblad;
– Licht bij beide symptomen toe hoe deze als gevolg van coeliakie kunnen ontstaan.

Bepaalde lymfocyten in de laag onder het darmwandepitheel staan aan de basis van de afweerreactie bij coeliakie. Andere lymfocyten, die zich bevinden tussen de darmepitheelcellen, reageren vervolgens ook.
In afbeelding 2 is de afweerreactie bij coeliakie stap voor stap weergegeven en hieronder wordt deze beschreven:

I Gliadines uit het voedsel passeren het bij coeliakiepatiënten minder goed functionerende darmepitheel. Met behulp van een enzym (tTG) worden de gliadines omgezet.
II Deze omgezette gliadines binden aan antigeenpresenterende cellen (APC's) met HLA-type DQ2 en/of HLA-type DQ8 in het membraan.
Vrijwel alle coeliakiepatiënten hebben deze HLA-typering.
III Gebonden aan MHC-II presenteren de APC's de gliadines aan bepaalde lymfocyten (III). In reactie hierop worden bepaalde cytokines (IL-15) afgegeven.
IV Deze lymfocyten presenteren het antigeen aan andere lymfocyten, die na differentiatie antistoffen maken tegen zowel gliadines als het enzym tTG.
V Darmepitheelcellen worden door gliadines geactiveerd om ook cytokine IL-15 te produceren en een bepaald antigeen te presenteren.
VI IL-15 zet lymfocyten in het darmepitheel ertoe aan om deze darmcellen te doden, met als gevolg verlies van darmvlokken.

afbeelding 2



Het MHC-II (HLA-II) in membranen van antigeenpresenterende cellen komt bij coeliakiepatiënten sterk overeen. Bijna iedereen die coeliakie heeft, heeft type HLA-type DQ2 of HLA-type DQ8.
Andersom is het niet zo dat iedereen met een van deze HLA-types ook automatisch coeliakie krijgt. Veertig procent van de Nederlanders bezit een van deze HLA-types en slechts één procent krijgt coeliakie.
Als verklaring hiervoor worden de volgende beweringen gedaan:

1 Andere genen (waardoor bijvoorbeeld het immuunsysteem wordt afgeremd) spelen ook een rol;
2 Bij sommige mensen is de darm meer permeabel, waardoor er meer gliadine in het weefsel binnendringt;
3 Sommigen mensen worden door hun eetgewoonten nauwelijks blootgesteld aan gluten;
4 Het enzym tTG is niet bij iedereen even actief.

7 Welke van deze beweringen kan of welke kunnen een verklaring zijn voor het feit dat niet iedereen met de genoemde HLA-types coeliakie krijgt?
Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en noteer bij elk nummer of de bewering wel of niet een mogelijke verklaring is.

Onderzoek naar de vertering van melkvet

In melk komt onder andere vet voor. Dit melkvet wordt in de darm van de mens verteerd. Je wilt onderzoeken welke invloed gal heeft op de snelheid waarmee melkvet in het verteringskanaal wordt verteerd. Gal wordt in de twaalfvingerige darm aan de verteringssappen toegevoegd en emulgeert vetten.
In je onderzoek gebruik je de volgende materialen:

- volle melk
- een bepaalde indicator
- een bepaald verteringssap
- gal (pH = 6,2)
- NaOH oplossing
- een waterbad met temperatuurregulatie
- een oplossing met pH = 6,2
- reageerbuizen
- maatpipetten van 10 cm^3
- druppelpipet
- stopwatch

De pH van volle melk is ongeveer 6,5. Een NaOH-oplossing gebruik je om de pH van een oplossing te verhogen. De mate van de vetvertering wordt gemeten door de kleuromslag van een zuur-base-indicator. Bij deze vetvertering treden pH-veranderingen op. Het experiment wordt niet in duplo uitgevoerd.

8 Welk of welke verteringssap(pen) kun je voor je onderzoek gebruiken? Verklaar je antwoord.

informatie 1 **zuur-base-indicatoren**

indicator	kleur bij lage pH	omslagtraject in pH	kleur bij hoge pH
kresolrood	rood	0,2 – 1,8	geel
methylrood	rood	4,4 – 6,2	geel
neutraalrood	rood	6,8 – 8,0	oranje-geel
fenolftaleïne	kleurloos	8,2 – 10,0	paars-rood

9 Welke van de indicatoren uit informatie 1 kies je voor je onderzoek? Geef met behulp van de informatie een toelichting op je keuze.

10 Beschrijf de opzet en de uitvoering van een experiment waarmee je de invloed van gal meet op de snelheid waarmee vet, aanwezig in volle melk, wordt verteerd door verteringssap.
Beschrijf je handelingen in de juiste volgorde.
Gebruik alle genoemde materialen en geef van elk aan waarvoor je het gebruikt.

Cystische fibrose (CF)

CF wordt ook wel taaislijmziekte genoemd, omdat het slijm dat onder andere in de luchtwegen wordt afgescheiden abnormaal taai is. Daardoor wordt het moeilijker afgevoerd uit de longen.

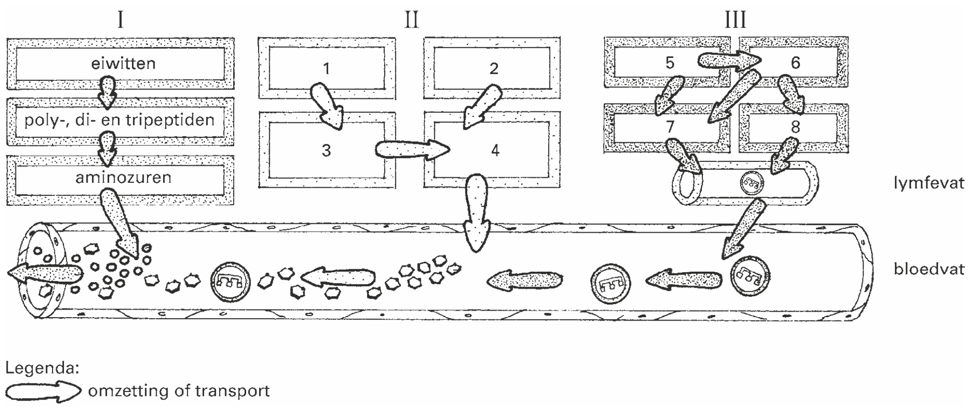
Taai slijm veroorzaakt niet alleen een probleem in de luchtwegen maar ook in het verteringsstelsel van mensen met CF. Doordat afvoergangen naar de twaalfvingerige darm verstopt raken, lopen jonge kinderen vaak een groeiachterstand op.

11 Leg uit hoe een groeiachterstand kan ontstaan bij een kind met CF aan de hand van processen die in de twaalfvingerige darm anders verlopen dan bij een gezond kind.

Vertering

Afbeelding 3 geeft een vereenvoudigd overzicht van de vertering van voedsel en van de opname van een aantal verteringsproducten in bloed- en lymfevaten. Niet alle namen van voedingsstoffen en hun verteringsproducten zijn ingevuld.

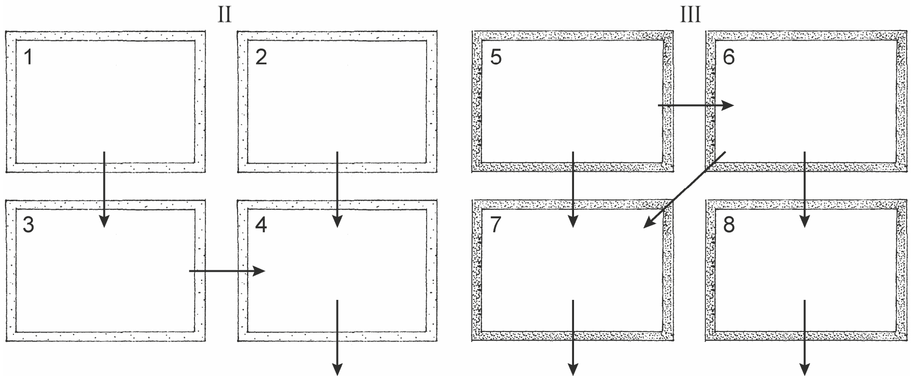
afbeelding 3



bewerkt naar: W. Kapit e.a., The Physiology Coloring Book, Cambridge, 1987, 67

Niet ingevuld zijn onder andere de volgende twaalf namen van voedingsstoffen en verteringsproducten: fructose, galactose, glucose, glycerol, lactose, maltose, monoglyceride, linolzuur, lipiden, palmitinezuur, sacharose en zetmeel.

12 Geef aan in het schema hieronder waar deze twaalf namen moeten worden ingevuld.



Bij de hydrolyse van peptiden wordt een bepaald type chemische binding verbroken.

13 Teken de binding die bij deze omzetting wordt verbroken.

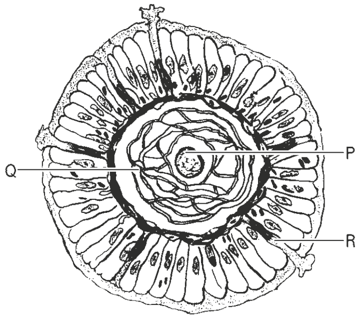
Sommige voedingsstoffen worden vanuit de dunne darm eerst in de lymfevaten opgenomen en vervolgens afgevoerd naar de grote bloedsomloop.

14 In welk van onderstaande bloedvaten worden deze voedingsstoffen het eerst aangetroffen?

A in de bovenste holle ader
B in de leverader
C in de onderste holle ader
D in de poortader

In afbeelding 4 is een dwarsdoorsnede van een darmvlok getekend. Drie delen zijn met de letters P, Q en R aangeduid.

afbeelding 4



bewerkt naar: A.C. Guyton en J.E. Hall, Textbook of Medical Physiology, Philadelphia, 1996, 838

15 Wat stellen de letters P, Q en R voor?

	P	Q	R
A	bloedvat	lymfevat	spiercel
B	bloedvat	zenuwceluitloper	lymfevat
C	lymfevat	bloedvat	slijmproducerende cel
D	lymfevat	zenuwceluitloper	spiercel
E	spiercel	bloedvat	lymfevat
F	spiercel	lymfevat	slijmproducerende cel

Over het transport van verteringsproducten in darmvlokken worden de volgende beweringen gedaan.

1 de verteringsproducten die in het bloed worden opgenomen, zijn in het algemeen beter oplosbaar in water dan verteringsproducten die in de lymfe worden opgenomen;
2 een deel van de verteringsproducten wordt via diffusie en een deel via actief transport uit dekweefselcellen van de dunne darm in het bloed opgenomen;

16 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C geen enkele bewering
D beweringen 1 en 2

©ThiemeMeulenhoff

Hints bij hoofdstuk 10

1 Bij een vergelijking in een experiment mag er maar één factor verschillend zijn.
2 Hoe verandert de pH bij de te onderzoeken verteringsreactie?
3 Bij diarree verlies je relatief veel water.
4 Zoek de werking van gastrine op in BiNaS of ScienceData.
5 Zoek bij spijsvertering in BiNaS of ScienceData.
6 Noodzakelijke voedingsstoffen worden in de dunne darm opgenomen.
7 Bedenk bij elke factor of deze variabel kan zijn.
8 Let op de pH waarbij de verteringssappen werken.
9 Kijk wat de pH van alvleessap is en kies daarbij de indicatoren die een passend omslagtraject hebben.
10 Let op dat alle factoren, behalve gal, gelijk zijn in de controlebuis. Zorg dat de indicator bruikbaar is.
11 Wat stroomt er door de afvoergangen naar de twaalfvingerige darm?
12 Zie BiNaS 82G, ScienceData 22.9.
13 Zie BiNaS 67H2, ScienceData 13.7c.
14 Zie bloedsomloop en lymfestelsel in BiNaS of ScienceData.
15 Zoek darmvlok op in BiNaS of ScienceData.
16 De grotere vetzuren worden via de lymfe opgenomen.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 10

Vetvertering

1 **D** De invloed van gal wordt onderzocht. Alleen de hoeveelheid gal mag verschillend zijn. De hoeveelheden van de verschillende stoffen en de totale hoeveelheid in elke buis zijn van invloed op de concentratie van de verschillende stoffen. In plaats van gal wordt daarom evenveel water in buis 3 gedaan.

2 **A** Bij de vertering van vet ontstaan vetzuren die de pH verlagen. Om dit te kunnen waarnemen moet de pH in de buizen iets boven het omslagpunt van de indicator fenolftaleïne worden gebracht.

Diarree

3 **B** Rottingsbacteriën produceren zwavelverbindingen en amines; deze kunnen de darmen irriteren.
Als er meer waterresorptie plaatsvindt, blijft er minder vocht in de ontlasting met kans op verstopping (obstipatie, constipatie), dus het omgekeerde van diarree.

Speekselamylase

4 **B** De spijsvertering wordt gestimuleerd via het parasympathisch zenuwstelsel (Binas 88L, ScienceData 27.7).
Gastrine activeert de maagsapproductie, niet speekselproductie. (BiNaS 89A, ScienceData 28.6).

Coeliakie

5 **F** De maag produceert pepsine dat eiwitten afbreekt tot kortere aminozuurketens (ofwel polypeptiden).
De alvleesklier produceert tryptase, chymotrypsine en peptidasen die eiwitten en polypeptiden verkleinen.
Darmcellen produceren peptidasen die kortere peptiden in aminozuren splitsen (BiNaS 82E,F; ScienceData 22.7,9).
Er zijn geen scherpe grenzen tussen eiwitten, polypeptiden, peptiden, oligopeptiden; alleen bij tripeptiden en dipeptiden weet je uit hoeveel aminozuren ze zijn opgebouwd.

6 *Voorbeelden van een juist symptoom met toelichting:*
- Bloedarmoede. Er wordt minder ijzer (voor de bouw van Hb) opgenomen, waardoor minder rode bloedcellen kunnen worden gevormd (en dit leidt tot bloedarmoede).
- Gewichtsverlies. Doordat de absorptie in de dunne darm beperkt is, ontstaat een tekort aan voedingstoffen (waardoor het lichaam de reservevoorraad vet gaat verbruiken, met gewichtsverlies tot gevolg).
- Moeheid. Er is een beperkte opname van brandstoffen zoals glucose, waardoor er (minder verbranding kan plaatsvinden en er) dus weinig energie beschikbaar is voor activiteiten.
- Moeheid. Een ontstekingsreactie, zoals die in de dunne darm, kost extra energie (waardoor je je moe kunt gaan voelen).

©ThiemeMeulenhoff

- Osteoporose. Door de dunne darm wordt minder calcium opgenomen, dan nodig is voor de instandhouding van de botten (en daardoor aan de botten onttrokken kan worden).
- Osteoporose. Er is minder vitamine D beschikbaar, waardoor de calciumafzetting in de botten vermindert.
- Achterblijvende groei. Door een verminderde absorptie van voedingsstoffen, krijgt een kind een gebrek aan allerlei bouwstoffen (voor nieuwe cellen) en groeit dus slecht.

7 1 wel; 2 wel; 3 wel; 4 wel.
1 De betreffende genen variëren in dominantie en recessiviteit, en daardoor geven ze verschillen in reactie op gluten.
2 Volgens I en II in tekstkader wordt aangegeven dat gliadines bij coeliakie betrokken zijn. Als er minder gliadines door de darmwand binnenkomen, worden er minder antigeenpresenterende cellen (macrofagen) geactiveerd.
3 Mensen met coeliakie krijgen de klachten na het eten van gluten, dus minder gluten vermindert de symptomen.
4 Met behulp van het enzym tTG worden gliadines omgezet, waardoor coeliakie kan ontstaan.
Enzymwerking is onder meer afhankelijk van activatoren, remmers, pH en temperatuur; bij iedereen zijn deze variabelen een beetje anders.

Onderzoek naar de vertering van melkvet

8 Je kunt alvleessap gebruiken want dit bevat lipase. Dit lipase heeft een hoog pH-optimum (van 9) / maaglipase heeft een optimum bij een te lage pH.

9 De indicator fenolftaleïne of neutraalrood.
Bij de vertering van vetten komen vetzuren vrij waardoor de pH daalt; het omslagtraject van de indicator moet het pH-gebied bestrijken waarin de vetvertering plaatsvindt / moet liggen rond het optimum van lipase.

10 *De opzet en uitvoering van het experiment omvat de volgende onderdelen:*
Uitgangscondities: bij het begin van het experiment zijn alle stoffen op dezelfde temperatuur (37 °C) gebracht in het waterbad; overige omstandigheden worden gelijk gehouden.
De vulling van de buizen met de pipetten: buis 1 met melk, gal; buis 2 met melk, oplossing met pH = 6,2.
Gelijke hoeveelheden in de buizen 1 en 2 (melk gelijk, gal gelijk aan oplossing met pH = 6,2) en evenveel indicator toevoegen met de druppelpipet. *of:*
Steeds monsters uit het reactiemengsel trekken en daaraan (pas) de indicator toevoegen.
De pH van de buizen wordt gelijk gemaakt tot juist voorbij het omslagtraject van de gekozen indicator door toevoeging van NaOH.
Evenveel alvleessap toevoegen aan buis 1 en 2 en met de stopwatch de tijd meten die verloopt tussen de toevoeging van het alvleessap en de kleuromslag.

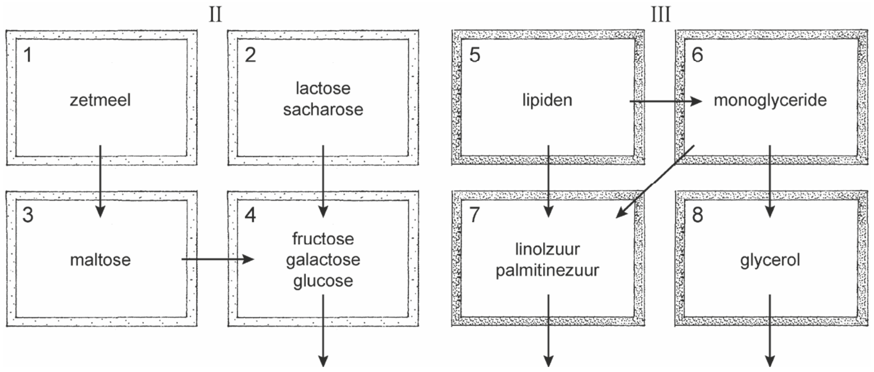
Cystische fibrose (CF)

11 Er is minder toevoer van alvleessap waardoor de vertering van vetten/koolhydraten/eiwitten slechter zal verlopen. Door de verminderde aanvoer van gal vindt ook het emulgeren van vetten minder plaats. Als gevolg van beide processen wordt minder brandstof/bouwstof (voor de groei) opgenomen in de dunne darm.

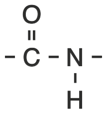
©ThiemeMeulenhoff

Vertering

12



13 *Voorbeeld van een juist getekende (peptide)binding:*



14 **A** Zie bloedsomloop en lymfestelsel in BiNaS 84A en N, ScienceData 20.1, 20.7. Vanuit het lymfe-systeem komt lymfe terug in de bloedsomloop bij de linker sleutelbeenader. Deze mondt uit in de bovenste holle ader.

15 **C** Zie darmvlok in BiNaS 82C, ScienceData 22.5c. Midden in de darmvlok bevindt zich een lymfevat, dat komt overeen met P. Daar omheen lopen haarvaten die overeenkomen met Q. R is een epitheelcel, die slijm produceert.

16 **D** De grotere vetzuren en monoglyceriden worden na opname in de darm-epitheelcellen omgezet in triglyceriden en vervolgens via endoplasmatisch reticulum en Golgisysteem in de vorm van vetdruppeltjes aan de lymfevaten in de darmvlokken afgegeven.
Andere, beter in water oplosbare, voedingsstoffen worden door de haarvaten opgenomen in het bloed dat naar de poortader gaat.
Voedingsstoffen zoals zouten worden ook via diffusie of via actief transport (denk aan Na/K pomp) opgenomen. Andere stoffen zoals glucose en aminozuren worden ook via actief transport opgenomen, omdat ze tegen een concentratiegradiënt in moeten worden opgenomen of omdat de moleculen te groot zijn.
De grotere vetzuurmoleculen worden niet via bloedvaten maar via lymfevaten opgenomen.

11 Bloedsomloop

Grote bloedsomloop

In diagram 1 in afbeelding 1 is het drukverval in de grote bloedsomloop weergegeven. Langs de X-as is een aantal delen van de grote bloedsomloop aangegeven. In diagram 2 van afbeelding 1 is de drukverandering op plaats R van diagram 1 uitgezet tegen de tijd.

afbeelding 1

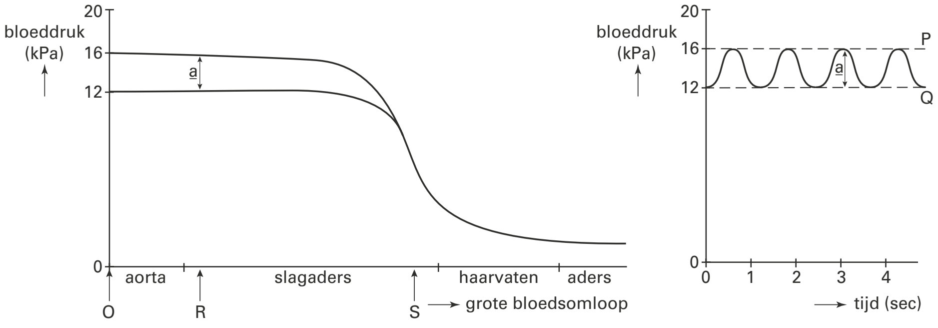


diagram 1 diagram 2

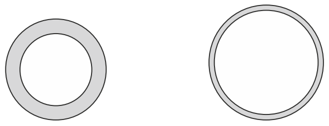
De druk op plaats R verandert voortdurend (zie diagram 2). Deze verandering in de bloeddruk wordt veroorzaakt door de hartwerking.
Het verschil tussen de hoogste drukwaarde P en de laagste drukwaarde Q (in het diagram aangegeven met a) is gemeten bij een bepaalde vrouw op de leeftijd van 20 jaar en op de leeftijd van 70 jaar. Uit de meting blijkt dat a op de leeftijd van 70 jaar groter is dan op de leeftijd van 20 jaar.

Hierover worden twee beweringen gedaan:
1 a wordt met het toenemen van de leeftijd groter doordat de elasticiteit van de wand van de slagaders afneemt,
2 a wordt met het toenemen van de leeftijd groter doordat de kracht waarmee de linkerkamer zich samentrekt, afneemt.

1 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D beide beweringen

In afbeelding 2 is bij dezelfde vergroting de dwarsdoorsnede van de slagader op plaats R in diagram 1 op twee opeenvolgende tijdstippen schematisch weergegeven. Eén van de doorsneden komt overeen met de situatie waarin druk P van diagram 2 (afbeelding 1) heerst.

afbeelding 2



doorsnede 1 doorsnede 2

2 Welke van de twee doorsneden is gemaakt op het tijdstip dat bloeddruk P heerst? Verklaar je antwoord.

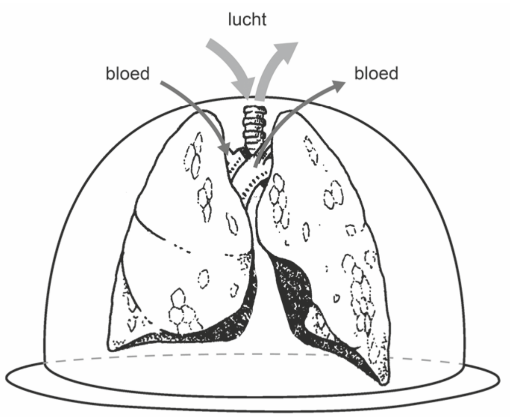
Op de horizontale as in diagram 1 zijn de plaatsen O, R en S aangegeven.
De bloeddruk bij S is lager dan die bij R. Hierover worden twee beweringen gedaan:
1 De bloeddruk bij S is lager dan die bij R, doordat op plaats S de totale oppervlakte van de doorsneden van de slagaders in de grote bloedsomloop kleiner is dan die op plaats R.
2 De bloeddruk bij S is lager dan die bij R, doordat de weerstand in het traject O – S groter is dan die in het traject O – R.

3 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D beide beweringen

Meer donorlongen

Er is een tekort aan donorlongen, en van de potentiële donorlongen is een groot deel onbruikbaar doordat ze na uitname onherstelbare schade oplopen. Canadese wetenschappers denken een oplossing voor dit probleem te hebben gevonden.
Dr Cypel en zijn collega's ontwikkelden een systeem om donorlongen 12 uur lang bij 37 graden Celsius te bewaren. Daartoe plaatsten zij de longen onder een glazen stolp waarbij met behulp van een ventilator gezuiverde lucht in en uit de longen werd gepompt. Door de longbloedvaten wordt kunstbloed (een speciale vloeistof met voedingsstoffen en rode bloedcellen) gepompt. In de longcapillairen vindt dan gaswisseling plaats.

afbeelding 3



De onderzoekers proberen met dit systeem de omstandigheden die de longen normaal in het lichaam ondervinden, na te bootsen.
In tabel 1 zijn gegevens over de normale omstandigheden te vinden.

tabel 1

	pO_2	vol %	pCO_2	vol %	pN_2	vol%	pH_2O	ptotaal
inademingslucht	19,9	20,9	0	0,03	75,1	79,0	6,3	101,3
uitademingslucht	15,4	16,2	3,7	3,9	75,9	79,8	6,3	101,3
lucht in longblaasjes	13,3	14,0	5,3	5,6	76,4	80,4	6,3	101,3
bloed dat de long-haarvaten binnenkomt	5,3		6,1		77,1		6,3	94,8
bloed dat de long-haarvaten verlaat	12,6		5,3		77,1		6,3	101,3
weefsels	<5,3	-	>6,1	-	-	-	-	-
buitenlucht (droog)	21,1	20,9	0	0,03	80,1	79,0		101,3

In een afgesloten ruimte wordt buiten de stolp een gasmengsel langs het kunstbloed geleid, zodat er gassen kunnen worden uitgewisseld.
De bedoeling is om zo kunstbloed met een normale pO_2 en pCO_2 in de longslagader te krijgen.

4 Welke samenstelling heeft het gasmengsel om dit te bereiken?

	CO_2	O_2
A	0,03%	20,9%
B	4%	16%
C	5,3%	13,5%
D	8%	6%

Kweekvlees

Volgens de FAO (Voedsel en Landbouw Organisatie van de Verenigde Naties) zal de wereldwijde vleesproductie de komende jaren verdubbelen. De veeteelt staat echter in de top drie van de veroorzakers van milieuproblemen.
Wetenschappers van de universiteiten van Amsterdam, Utrecht en Eindhoven werken aan een mogelijk alternatief. Samen zijn ze erin geslaagd om kleine lapjes kweekvlees te produceren in het laboratorium.
Er wordt geëxperimenteerd met verschillende voedingsmedia. Aanvankelijk werd als medium een dierlijk bloedproduct gebruikt.

5 Welk bloedproduct is voor myoblasten het meest geschikt als voedingsmedum: volbloed, bloedplasma of bloedserum?
A volbloed
B bloedplasma
C bloedserum

Hartfalen

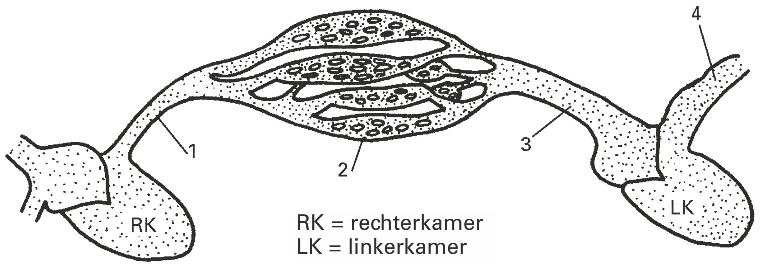
Een oorzaak van hartfalen is een verhoogde bloeddruk.
Met behulp van een bloeddrukmeter kan een arts de systolische en de diastolische bloeddruk van een patiënt meten.

6 Van welk bloedvat wordt de systolische druk en van welk bloedvat wordt de diastolische druk op deze wijze gemeten?

	systolische drukmeting	diastolische drukmeting
A	aorta	aorta
B	aorta	holle ader
C	holle ader	aorta
D	armslagader	armslagader
E	armslagader	armader
F	armader	armslagader

In afbeelding 4 is een deel van de bloedsomloop schematisch weergegeven op een bepaald moment in de hartcyclus. Vier plaatsen zijn met cijfers aangegeven. Op deze plaatsen wordt de bloeddruk op dat moment gemeten.

afbeelding 4



bewerkt naar: W.F. Ganong, Review of medical physiology, Los Altos, Cal., 1969, 527

De plaatsen 1 t/m 4 worden op volgorde gezet, te beginnen met de plaats waar de laagste bloeddruk heerst en eindigend met de plaats waar de hoogste bloeddruk heerst.

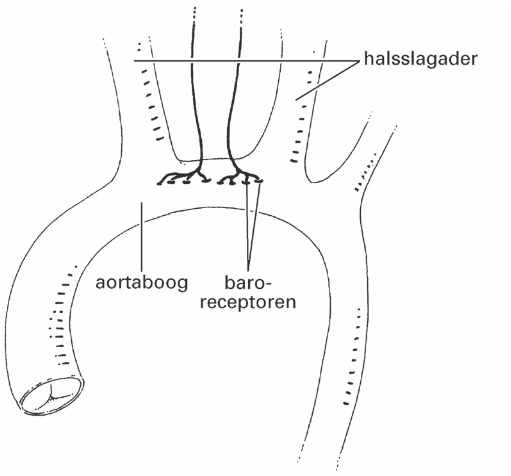
7 Welke van de onderstaande volgorden is dan juist?

A 1 – 2 – 3 – 4
B 2 – 3 – 1 – 4
C 3 – 1 – 2 – 4
D 3 – 2 – 1 – 4
E 4 – 2 – 3 – 1
F 4 – 3 – 2 – 1

8 Welk bloedvat in afbeelding 4 heeft de laagste stroomsnelheid en welk heeft het laagste zuurstofgehalte?

Onder andere in de aortaboog liggen rekgevoelige zintuigcellen, de zogenoemde baroreceptoren (zie afbeelding 5). Deze zintuigcellen registreren voortdurend de uitrekking van de wand van de aorta. Impulsen vanuit deze receptoren worden doorgegeven aan de hersenstam. Vanuit de hersenstam kan vervolgens onder andere de hartslagfrequentie worden aangepast.

afbeelding 5



9 Welke invloed heeft de uitrekking van de wand van de aorta op de hartslagfrequentie en de bloeddruk?

A Door de uitrekking daalt de hartslagfrequentie zodat de bloeddruk wordt verlaagd.
B Door de uitrekking blijft de hartslagfrequentie gelijk zodat de bloeddruk gelijk blijft.
C Door de uitrekking stijgt de hartslagfrequentie zodat de bloeddruk wordt verhoogd.

Een verhoogde bloeddruk leidt op termijn tot bloedvatschade. Daarom wordt bij mensen met hartfalen met behulp van medicijnen ingegrepen in de osmoregulatie. Veel gebruikt zijn ACE-remmers: stoffen die het Angiotensine Converting Enzyme (ACE) remmen.
ACE zet angiotensine I om in angiotensine II en wordt met name door endotheelcellen in de longen gevormd.
De bloeddruk verandert onder andere door:
1 het vernauwen van slagadertjes;
2 het verhogen van de Na^+-reabsorptie (terugresorptie) in de nieren.

10 Door welk of welke van deze processen wordt bij gebruik van ACE- remmers de bloeddruk verlaagd?

A door geen van beide
B alleen door 1
C alleen door 2
D door beide processen

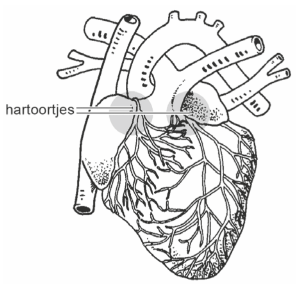
Patiënten met hartfalen krijgen vaak plaspillen voorgeschreven, waardoor ze meer urine produceren.

11 Leg uit hoe een verhoogde urineproductie de ernst van hartfalen kan verminderen.

Hartoortjes leveren nieuwe hartcellen

Patiënten die na een hartinfarct rondlopen met een verzwakte hartspier, dragen de oplossing voor hun aandoening mogelijk bij zich in hun eigen lichaam. In hun hart zelfs.
De hartoortjes (zie afbeelding 6), twee holle flapjes aan de linker- en rechterboezem, bevatten stamcellen die in het laboratorium kunnen worden gestimuleerd tot het produceren van vervangend hartweefsel. Dat ontdekten onderzoekers, werkzaam bij het Universitair Medisch Centrum Utrecht en het Hubrecht Instituut.

afbeelding 6



Bij een hartinfarct worden de beschadigde hartspiercellen over het algemeen niet vervangen door nieuwe hartspiercellen, maar door een ander type cellen.
Er ontstaat een litteken en dat leidt tot verlies van hartfunctie.

12 Uit welk type weefsel bestaat dit litteken vooral?
A bindweefsel
B dekweefsel
C glad spierweefsel
D vetweefsel

Als bij een patiënt een bloedstolsel ontstaat in één van de twee hartoortjes en dit losraakt, loopt deze patiënt het risico op een hersenbeschadiging.

13 In welk hartoortje is het stolsel dan ontstaan? Welk orgaan loopt door dit stolsel ook een risico op beschadiging?

	stolsel ontstaan in	risico op beschadiging van
A	linker hartoortje	hart
B	linker hartoortje	linkerlong
C	linker hartoortje	beide longen
D	rechter hartoortje	hart
E	rechter hartoortje	rechterlong
F	rechter hartoortje	beide longen

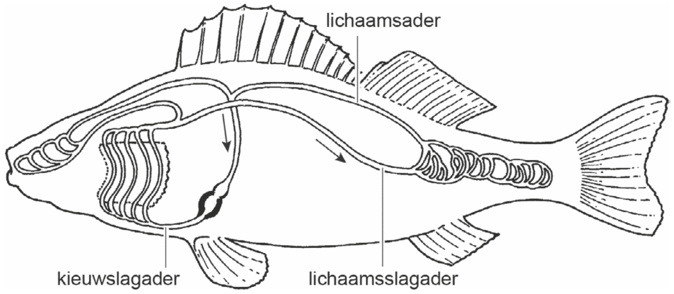
Verzuring van spieren kan de zuurstofafgifte vanuit het bloed stimuleren. Hiervoor worden twee verklaringen gegeven:
1 Bij verzuring van het bloed verschuift het evenwicht $Hb + O_2 \leftrightharpoons HbO_2$ naar links;
2 Door een lage pH van het bloed stijgt de ademfrequentie waardoor er meer zuurstof wordt aangevoerd.

14 Welke van deze verklaringen is of welke zijn juist?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D beide

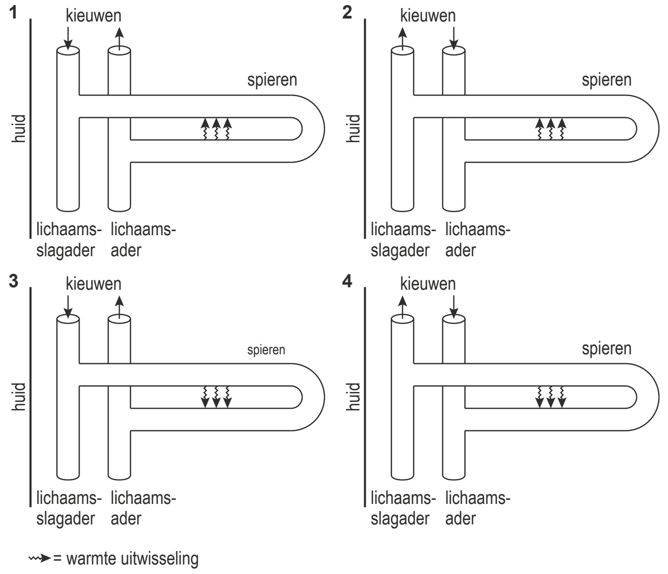
Temperatuurregeling

Tonijnen zijn in tegenstelling tot de meeste vissen endotherm; zij kunnen hun lichaamstemperatuur reguleren. De grote lichaamsbloedvaten van endotherme tonijnen liggen vlak onder de huid. Een speciaal netwerk van kleine bloedvaatjes (wondernet) in het spierweefsel maakt het mogelijk om de warmte die in de spieren geproduceerd wordt, beter vast te houden en het warmteverlies via de kieuwen te beperken. In afbeelding 7 is schematisch de bloedsomloop van een vis weergegeven.

afbeelding 7



In een schema kan de warmte-uitwisseling in het wondernet weergegeven worden. Vier schema's zijn:



15 In welk schema is de stroomrichting van het bloed en de warmte-uitwisseling in het wondernet juist weergegeven?
A schema 1
B schema 2
C schema 3
D schema 4

Hints bij hoofdstuk 11

1 Na elke hartslag wordt de diameter van de bloedvaten uit het hart plaatselijk groter. Deze vergroting verplaatst zich langs de slagaders (polsslag).

2 In welke doorsnede bevindt zich het meeste bloed?

3 Hoe langer een buis, hoe meer de totale weerstand is.

4 De pCO_2 in een longblaasje is 5,3 kPa; het bijbehorende vol % is 5,6%.

5 Stollen van bloed is lastig bij experimenten.

6 Tijdens de systole trekken de spieren van de hartkamers samen.

7 Let bij de nummers 1, 2 en 3 op de richting van de bloedstroom.

8 Welk bloedvat is met nummer 1 aangegeven?

9 Er is hier sprake van negatieve terugkoppeling om een constante druk te handhaven.

10 Mensen met een hoge bloeddruk worden op een zoutarm dieet gezet.

11 Hoge bloeddruk is op den duur slecht voor het hart.

12 Littekens zijn er in de eerste plaats om weefsel bij elkaar te houden.

13 Volg de stroming van het bloed door het bloedvatenstelsel (zie BiNaS 84A, ScienceData 20.1).

14 Zie zuurstofverzadigingsdiagrammen in BiNaS of ScienceData.

15 In de afbeelding van de vis gaat het bloed van de kieuwen naar de lichaamsslagader.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 11

Grote bloedsomloop

1 **B** De slagaders worden wijder als het hart een bloedgolf in de slagaders stuwt.
Als de elasticiteit van de slagaders afneemt, kan het volume van de slagaders minder toenemen en neemt de bloeddruk toe.
Als de kracht van het samentrekken van het hart afneemt, neemt a juist af.

2 Doorsnede 2 is gemaakt op het tijdstip dat bloeddruk P heerst. Doordat bij P de bloeddruk het hoogst is, is de slagader verwijd.

3 **C** Door de vele paralelle kleinere slagaders is de totale doorsnede groter dan de doorsnede van de slagaders waarin het bloed wordt aangevoerd. De druk en de stroomsnelheid worden daardoor lager. (BiNaS 84E1, ScienceData 20.11)
Naarmate het traject groter is, neemt de weerstand toe.

Meer donorlongen

4 **D** Door de longslagader stroomt zuurstofarm bloed naar de longhaarvaten. In de tabel staan de normale waarden van de te bereiken partiële druk in de longhaarvaten:
pO_2 = 5,3 kPa en pCO_2 = 6,1 kPa; de waarden van (kunst)bloed dat de longen verlaat:
pO_2 = 12,6 kPa en pCO_2 = 5,3 kPa.
Bij lucht in de longblaasjes staat dat pCO_2 = 5,3 komt overeen met 5,6 volume%.
Om door diffusie de pCO_2 van 5,3 op 6,1 kPa te brengen moet het gasmengsel waarlangs kunstbloed geleid wordt dus (minstens 15%) meer dan 5,6% CO_2 bevatten.
Bij lucht in de longblaasjes staat dat pO_2 13,3 kPa overeenkomt met 14,0 volume%.
Om pO_2 van 12,6 naar 5,3 kPa terug te brengen, moet het gasmengsel waarlangs kunstbloed geleid wordt minder dan de helft van 14,0% O_2 bevatten.

Kweekvlees

5 **C** Bloedserum is bloed zonder fibrinogeen en bloedplaatjes en zal daardoor niet stollen.
Volbloed is onbehandeld bloed en zal buiten de bloedvaten snel stollen.
Bloedplasma is de bloedvloeistof, dus zonder bloedcellen en bloedplaatjes. Ook bloedplasma kan door de aanwezigheid van fibrinogeen en een weefselfactor stollen.
(BiNaS 84O en ScienceData 19.6)

©ThiemeMeulenhoff

Hartfalen

6 **D** De bloeddruk wordt gemeten met een oppompbare band waarmee de bloedvaten in de arm worden dichtgedrukt. Tijdens het leeglopen van de band wordt geluisterd met een stethoscoop naar geluiden van de armslagader. Als er een bloedgolfje door de armslagader kan lopen, is er vervolgens een klop hoorbaar van het dichtklappen van de armslagader: dan wordt de bovendruk (systole) afgelezen. Als het bloed ononderbroken kan doorstromen, houdt het geluid op en wordt de onderdruk (diastole) gemeten.
De druk in de aorta kan alleen in de aorta zelf gemeten worden.
De druk in een armader (en onderste holle ader) is veel lager dan in een armslagader en kan met deze methode niet worden waargenomen.

7 **D** De linker kamer levert de hoogste druk in 4, de aorta.
De kleine bloedsomloop, 1, 2 en 3, heeft een lagere druk. Het bloed stroomt van de rechter kamer naar de linker boezem, namelijk van een plaats met een hoge druk naar een plaats met een lage druk. Hiervan heeft 1, de longslagader de hoogste druk. Gevolgd door de longhaarvaten, 2 en tenslotte de longader, 3.

8 Bloedvat nummer 2 heeft de laagste stroomsnelheid en bloedvat nummer 1 heeft het laagste zuurstofgehalte.
Er gaat evenveel bloed door 1, 2, 3 en 4 terwijl de totale diameter van de haarvaten bij 2 groter getekend is. Daardoor moet de stroomsnelheid in 2 lager zijn.
Bloedvat nummer 1 komt uit de rechterkamer en moet dus de longslagader zijn. Bloedvat nummer 3 komt met opgenomen zuurstof uit in de linkerboezem.
(BiNaS 84A,E1; ScienceData 20.1,11)

9 **A** Door toename van de hartslagfrequentie stijgt de bloeddruk en rekt de wand van de aorta uit. Met aanpassing van de hartslagfrequentie wordt negatieve terugkoppeling bedoeld. Als de baroreceptoren rek registreren zal de hartslagfrequentie dalen.

10 **A** Als slagadertjes vernauwen, ondervindt het bloed dat in de aorta wordt gepompt meer weerstand om verder door te stromen. De bloeddruk loopt daardoor op.
Als er meer Na^+ wordt gereabsorbeerd, neemt de osmotische waarde van het bloed toe. Daardoor wordt het bloedvolume hoger met als gevolg een hogere bloeddruk (BiNaS 85D; ScienceData 19.11).

11 Door de verhoogde urineproductie vermindert het bloedvolume waardoor de (verhoogde) bloeddruk lager wordt.

©ThiemeMeulenhoff

Hartoortjes leveren nieuwe hartcellen

12 **A** Littekenweefsel wordt gevormd uit weinig gespecialiseerde cellen van het bindweefsel in de omgeving van het beschadigde spierweefsel.
Dekweefsel in de huid en dekweefsel als begrenzing van organen bestaat uit reeds gespecialiseerde cellen en deze kunnen (gespecialiseerde) hartspiercellen dus niet vervangen.
Hartspierweefsel bestaat uit dwarsgestreepte spiercellen; glad spierweefsel komt wel voor in bloedvaten.
Vetweefsel is een vorm van bindweefsel, gespecialiseerd in vetopslag.

13 **A** Een stolsel dat losraakt uit het linker hartoortje kan via de aorta en halsslagader terechtkomen in de hersenen. Het kan ook via de kransslagader in een slagadertje van het hart vast komen te zitten (zie BiNaS 84A,C1 / ScienceData 20.1,3).
Een stolsel dat losraakt uit het rechter hartoortje loopt vast in een longslagadertje. Het kan niet door de longhaarvaten en komt dus nooit via de linker harthelft terecht in de hersenen.

14 **D** Binas 83D en ScienceData 19.8 geven de binding van O_2 bij verschillende pH's weer. Bij een lage pH is de bindingskracht kleiner en wordt dus meer zuurstof afgegeven.
De ademfrequentie neemt toe als gevolg van een hogere CO_2-concentratie, door een lage pH (koolzuur en melkzuur) en uiteindelijk ook door een lage O_2-concentratie.

Temperatuurregeling

15 **A** In de afbeelding van de vis is weergegeven dat het bloed in de lichaamsslagader uit de kieuwen komt, zoals weergegeven in schema 1 en 3. Het bloed in de ader van de spier bevat de geproduceerde warmte, deze wordt overgedragen naar het bloed in de lichaamsslagader. Daardoor stroomt er bloed met een lagere temperatuur naar het hart (en de kieuwen) terug.

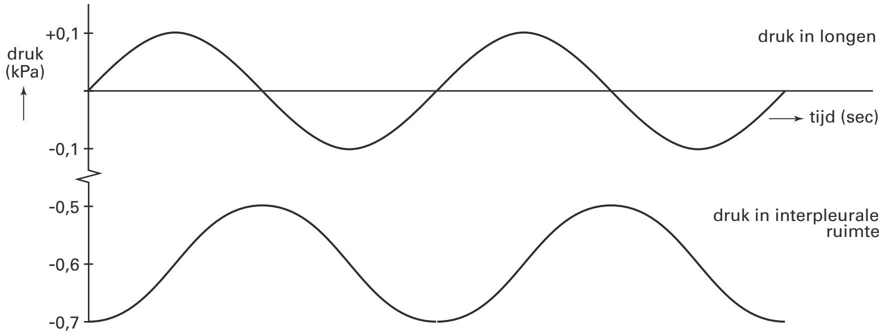
©ThiemeMeulenhoff

12 Gaswisseling

Lucht in de longen

In afbeelding 1 is het verloop van de druk in de longen en het verloop van de druk in de interpleurale ruimte (de ruimte tussen longvlies en borstvlies) weergegeven tijdens de ademhaling. Eén ademhaling bestaat uit een inademing en een uitademing.

afbeelding 1

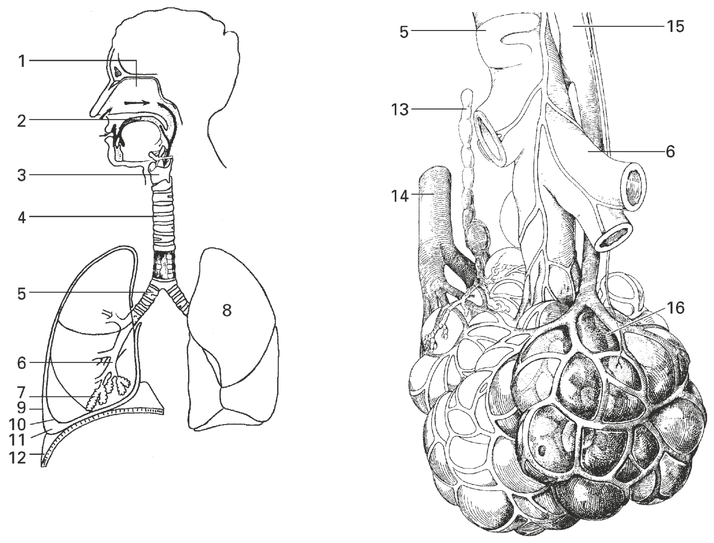


1 Wordt de druk in de interpleurale ruimte tijdens een inademing lager, blijft deze gelijk of wordt deze hoger?

A lager
B gelijk
C hoger

informatie 1 **bouw van longen en luchtwegen**

1 neusholte
2 mondholte
3 strottenhoofd
4 luchtpijp
5 bronchus
6 bronchiole
7 longtrechtertje
8 long
9 borstvlies
10 longvlies
11 interpleurale ruimte
12 middenrif
13 lymfevat
14 longader
15 longslagader
16 longblaasje



©ThiemeMeulenhoff

Bij een mens wordt de gemiddelde samenstelling van de ingeademde lucht, van de uitgeademde lucht en van de lucht in de longblaasjes bepaald; de partiële drukken van de gassen hierin zijn weergegeven in tabel 1 in mm Hg, zoals in medische literatuur nog gebruikelijk is.

tabel 1

	buitenlucht		lucht in longblaasjes		uitgeademde lucht	
	mm Hg	%	mm Hg	%	mm Hg	%
N_2	597,0	78,62	569,0	74,9	566,0	74,5
O_2	159,0	20,84	104,0	13,6	120,0	15,7
CO_2	0,3	0,04	40,0	5,3	27,0	3,6
H_2O	3,7	0,50	47,0	6,2	47,0	6,2
totaal	760,0	100,0	760,0	100,0	760,0	100,0

Bij de volgende vraag kun je ook informatie 1 gebruiken.

Over de verschillen in samenstelling van de lucht (zie tabel 1) worden twee beweringen gedaan.

1 Het percentage H_2O van de lucht in de longblaasjes is hoger dan dat van de ingeademde lucht, doordat H_2O uit het bloedplasma aan de lucht in de longen wordt afgegeven.
2 Het percentage CO_2 van de lucht in de longblaasjes is hoger dan dat van de uitgeademde lucht, doordat uitgeademde lucht een mengsel is van lucht uit de longblaasjes en lucht uit andere delen van de luchtwegen.

2 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A De beweringen 1 en 2 zijn beide juist.
B Alleen bewering 1 is juist.
C Alleen bewering 2 is juist.
D De beweringen 1 en 2 zijn geen van beide juist.

In de longen van de mens vindt diffusie plaats van O_2 uit de lucht in de longblaasjes naar het bloedplasma in de longhaarvaten. Met betrekking tot dit gegeven worden de volgende feiten genoemd:

1 Er vindt ventilatie van longlucht plaats.
2 In rode bloedcellen is hemoglobine aanwezig.
3 De longblaasjes hebben een groot oppervlak.
4 O_2 rijk bloed wordt uit de longen afgevoerd.

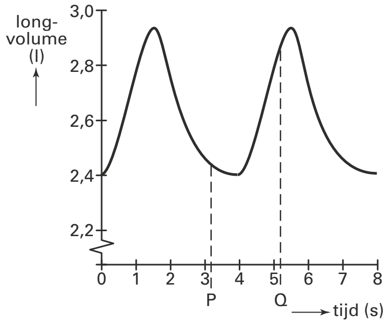
3 Van welk of van welke van deze feiten is de diffusiesnelheid van O_2 uit de longlucht naar het bloed afhankelijk?

A alleen van 1 en 3
B alleen van 2 en 3
C alleen van 2 en 4
D alleen van 1, 2 en 3
E alleen van 1, 3 en 4
F van 1, 2, 3 en 4

©ThiemeMeulenhoff

Het longvolume van een rustig ademende persoon wordt gedurende enige tijd gemeten.
De resultaten van deze metingen zijn uitgezet in het diagram van afbeelding 2.
Bij de adembewegingen trekken de middenrifspieren en bepaalde tussenribspieren zich samen.

afbeelding 2



De tijdstippen P en Q worden met elkaar vergeleken ten aanzien van de volgende aspecten:

1 de pCO_2 in de luchtpijp,
2 de luchtdruk in de luchtpijp,
3 de toestand van de tussenribspieren die de ribben omhoog bewegen,
4 de toestand van de middenrifspieren.

4 Geef van elk van deze aspecten aan hoe de situatie op tijdstip P is in vergelijking met de situatie op tijdstip Q. Gebruik bij de aspecten 1 en 2 de begrippen ‘lager’, ‘gelijk’ of ‘hoger’, bij de aspecten 3 en 4 de begrippen ‘gespannen’ of ‘ontspannen’.

Koolstofmono-oxide

Er wordt een experiment gedaan over de binding van CO (koolstofmono-oxide) aan hemoglobine in de rode bloedcellen. CO en O_2 zijn in competitie voor dezelfde bindingsplaatsen in een hemoglobinemolecuul. Een proefpersoon verblijft op zeeniveau en ademt een bepaalde hoeveelheid CO in. Enkele uren later ademt hij dezelfde hoeveelheid CO in op een hoogte van 5000 m. CO is in beide gevallen aan de omgevingslucht toegevoegd. In tabel 2 zijn enkele verschillen tussen zeeniveau en 5000 m hoogte opgenomen.

tabel 2

	zeeniveau	5000 m
luchtdruk (kPa)	101,0	54,0
partiële pO_2 in ingeademde lucht (kPa)	19,8	10,0
partiële pO_2 in longblaasjes (kPa)	14,0	5,6

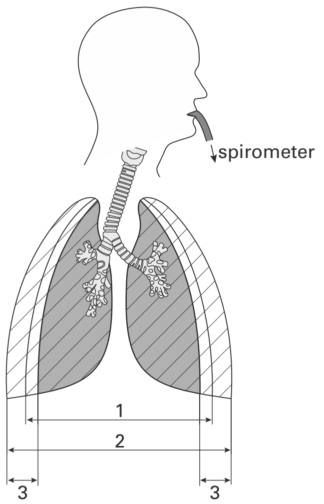
5 Is bij de proefpersoon de maximale hoeveelheid CO per ml bloed op zeeniveau kleiner dan, gelijk aan of groter dan die op 5000 m hoogte?
A kleiner
B gelijk
C groter

©ThiemeMeulenhoff

Ademhaling

Gedurende de ademhaling verandert de druk in de longen. Bij inademing is de druk in de longen lager dan de atmosferische druk.
Bij uitademing is de druk in de longen hoger dan de atmosferische druk. Gedurende de adembewegingen verandert ook het volume van de gassen in de longen (zie afbeelding 3).
Het longvolume kan worden gemeten met een spirometer.

afbeelding 3



Legenda:
longen bij minimaal volume
longen bij maximaal volume

bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 75

tabel 3 **definities van longvolumes en longcapaciteiten**

longvolume of longcapaciteit	definitie
ademvolume (VT)	het volume in- of uitgeademde lucht (per ademhaling)
inspiratoir reservevolume (IRV)	het volume lucht dat na een normale inademing nog extra, maximaal kan worden ingeademd
expiratoir reservevolume (ERV)	het volume lucht dat na een normale uitademing nog extra, maximaal kan worden uitgeademd
restvolume (RV)	het volume lucht dat na maximale uitademing achterblijft in de longen
totale longcapaciteit (TLC)	het volume lucht dat zich na maximale inademing in de longen bevindt
vitale capaciteit (VC)	het volume lucht dat na maximale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
inspiratoire capaciteit (IC)	het volume lucht dat na een normale uitademing vervolgens maximaal ingeademd kan worden
functionele residuale capaciteit (FRC)	het volume lucht in de longen na een normale uitademing

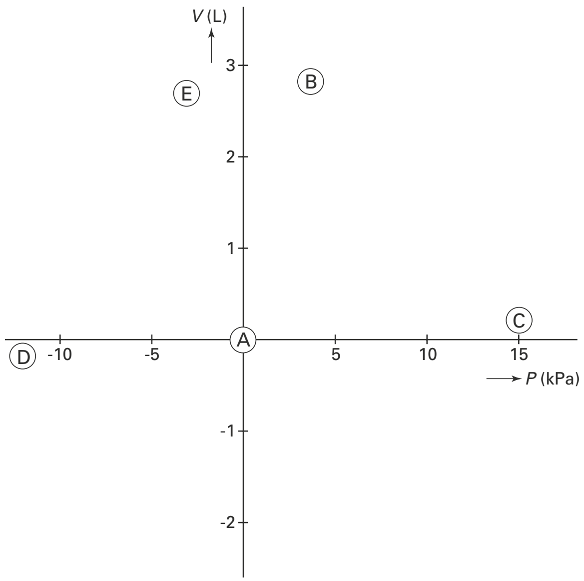
©ThiemeMeulenhoff

In afbeelding 3 zijn drie longvolumes aangegeven met de cijfers 1, 2 en 3.

6 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en geef bij elk van deze longvolumes de juiste naam. Gebruik de namen of de afkortingen van de namen uit tabel 3.

Met de spirometer wordt op verschillende momenten (B t/m E) het longvolume (*V*) bepaald, onder andere tijdens een normale adembeweging (een inademing gevolgd door een uitademing). Aan de spirometer is een manometer gekoppeld, waarmee bij elk van de volumes de bijbehorende druk (*P*) kan worden gemeten. De resultaten zijn uitgezet in het diagram van afbeelding 4.
De druk in de longen op het eind van een normale uitademing wordt op 0 gesteld en is gelijk aan de atmosferische druk. Het longvolume op het eind van een normale uitademing wordt eveneens op 0 gesteld. Dit moment is in het diagram van afbeelding 4 aangegeven met A.

afbeelding 4



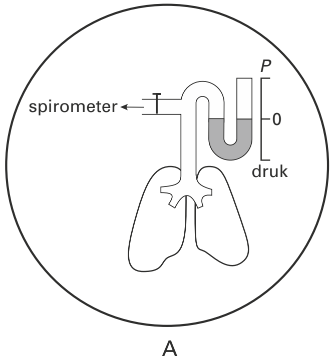
bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 78-79

In de tekeningen van afbeelding 5 en 6 zijn de druk in de longen en de longvolumes op vier momenten weergegeven. In de eerste tekening is de uitgangssituatie (A) schematisch afgebeeld.
De tekeningen k, l en m geven in willekeurige volgorde een longvolume met bijbehorende druk in de longen weer.

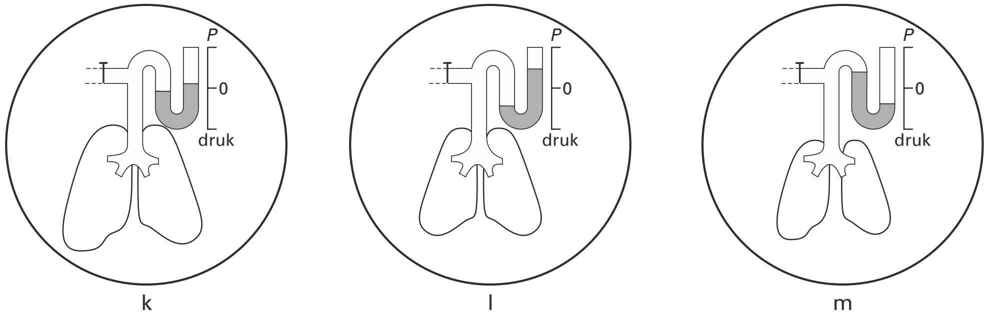
7 Zet de letters van de tekeningen (k, l en m) onder elkaar en schrijf er het juiste moment (B, C, D of E) bij uit afbeelding 4.

8 Welk moment van de adembeweging wordt weergegeven met letter B in afbeelding 4?
A het begin van de inademing
B het eind van de inademing
C het begin van de uitademing
D het eind van de uitademing

afbeelding 5



afbeelding 6



bewerkt naar: Sesam - Atlas van de Fysiologie, Baarn, 1981, 77

Hooikoorts

Een hooikoortsaanval gaat vaak gepaard met niesbuien. Het niezen is een reflex die volgt op prikkeling van het neusslijmvlies.

9 Welk deel van het centrale zenuwstelsel maakt deel uit van deze reflexboog? Welke spieren trekken samen bij het uitniezen?

	centrale zenuwstelsel	spieren
A	het verlengde merg	bepaalde tussenribspieren
B	het verlengde merg	de middenrifspieren
C	reukcentrum in grote hersenen	bepaalde tussenribspieren
D	reukcentrum in grote hersenen	de middenrifspieren

Cystische fibrose (CF)

CF wordt ook wel taaislijmziekte genoemd, omdat het slijm dat onder andere in de luchtwegen wordt afgescheiden abnormaal taai is. Daardoor wordt het moeilijker afgevoerd uit de longen en blijft er meer slijm achter in de longblaasjes en vermindert de uitwisseling van gassen. Dat leidt tot een voortdurend gevoel van benauwdheid.

Factoren die van invloed zijn op de snelheid van de gaswisseling zijn de diffusieconstante (D), het diffusie-oppervlak (O), het drukverschil (p_1-p_2) en de afstand of diffusieweg (A), zoals beschreven in de Wet van Fick:

diffusiesnelheid = D*O*(p_1-p_2)/A

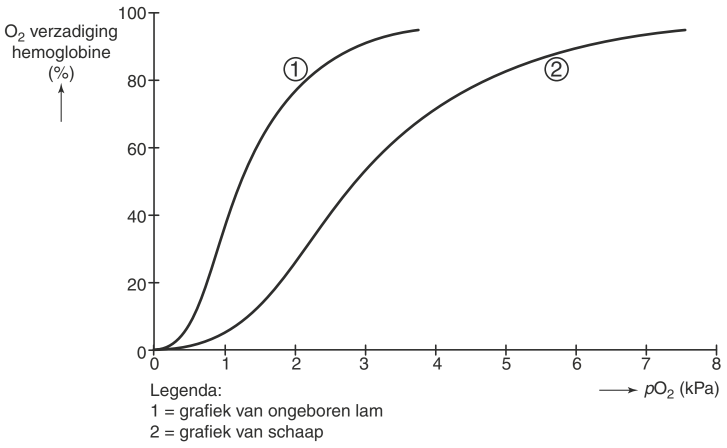
10 Geef een verklaring voor de benauwdheid van een CF-patiënt aan de hand van de verandering van één van deze factoren die invloed hebben op de gaswisseling.

11 Welke bepaling geeft onderzoekers het beste inzicht in het functioneren van donorlongen na transplantatie?
A de maximale uitblaassnelheid
B de vitale capaciteit
C het CO_2-gehalte van bloed in de longslagader
D het O_2-gehalte van bloed in de aorta

Zuurstofverzadiging

De gemiddelde levensduur van rode bloedcellen is ongeveer drie maanden. Voor een onderzoek naar de zuurstofverzadiging van het hemoglobine vóór en na de geboorte zijn lammetjes gebruikt. In afbeelding 7 zijn resultaten van dit onderzoek bij een moederschaap en bij haar lam vlak voor de geboorte weergegeven.

afbeelding 7

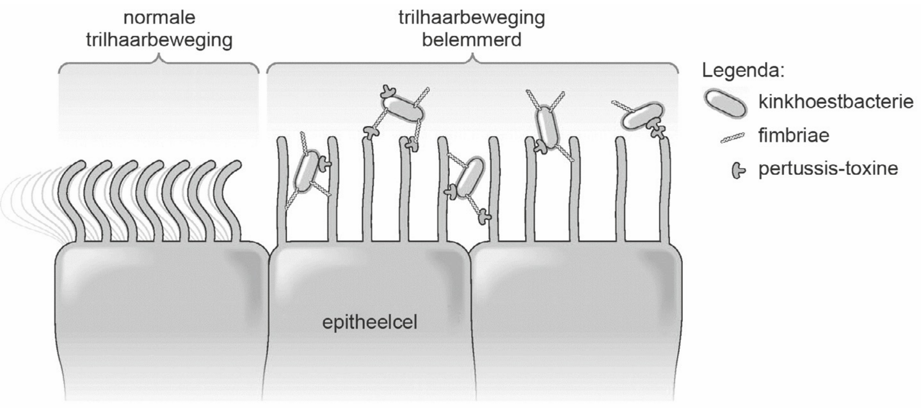


12 Schets in afbeelding 7 het mogelijke verloop van een curve die het zuurstof-verzadigingspercentage van hemoglobine bij toenemende pO_2 in het bloed van het jonge lam één maand na de geboorte weergeeft.

Kinkhoest

Bijna elke baby wordt gevaccineerd tegen kinkhoest, een vroeger beruchte kinderziekte waar vooral pasgeborenen aan kunnen overlijden. Helaas blijkt het vaccin tegen kinkhoest niet meer zo goed te werken.
Kinkhoest wordt veroorzaakt door infectie met de bacterie *Bordetella pertussis*. Besmetting gaat via ingeademede druppeltjes die door een patiënt zijn uitgehoest. De bacterie nestelt zich in de slijmvliezen van de luchtwegen en longen. Daar hecht hij zich met *fimbriae*, kleine haartjes, aan de trilharen van epitheelcellen (zie afbeelding 8).

afbeelding 8



Na kolonisatie scheidt de bacterie pertussis-toxine uit. Dat is een giftig product, dat de epitheelcellen in de luchtwegen beschadigt. De bacterie verspreidt zich niet verder in het lichaam. Symptomen van kinkhoest zijn heftige, aanhoudende hoestbuien van vijf tot vijtien hoestkrampen, gevolgd door een diepe, piepende inademing.

Spieren die een rol spelen bij de ademhaling zijn:
- buikspieren
- middenrifspieren
- tussenribspieren

13 Welke spieren trekken samen tijdens een hoestkramp?
A alleen buikspieren
B alleen middenrifspieren
C alleen bepaalde tussenribspieren
D buikspieren en middenrifspieren
E buikspieren en bepaalde tussenribspieren
F middenrifspieren en bepaalde tussenribspieren

Door de hechting van de bacterie aan trilharen van epitheelcellen in de luchtwegen, kunnen die minder goed bewegen.
14 Leg uit dat door het minder goed bewegen van de trilharen
- de symptomen van de ziekte verergeren
- en de infectie langer duurt.

Pasgeborenen met een ernstige kinkhoestinfectie kunnen hersenschade oplopen door zuurstofgebrek.
15 Leg uit hoe dit zuurstofgebrek ontstaat.

Hints bij hoofdstuk 12

1 De grafieken zijn niet nodig voor het beantwoorden van deze vraag.
2 Beantwoord eerst de vraag en kijk bij twijfel naar de bijbehorende tabel 1.
3 Diffusiesnelheid is onder meer afhankelijk van de grootte van het concentratieverschil.
4 Moment P is tijdens een uitademing.
5 Dezelfde hoeveelheid CO wordt op 5000 meter ingeademd. Vergelijk de pO_2 waarden.
6 Normaal adem je nooit maximaal in of uit.
7 De drukverandering tijdens de ademhaling kun je aan de manometer zien.
8 Let op het longvolume voor de keuze tussen begin en eind.
9 Wat gebeurt er met de longen bij het samentrekken van de middenrifspieren?
10 Een longblaasje bevat een dikkere laag slijm dan normaal bij CF.
11 Denk aan de laatste reactie van de ademhalingsketen.
12 Na een maand is nog niet al het foetale bloed van voor de geboorte vervangen.
13 Een hoest is een heftige uitademing.
14 Wat is de functie van de trilharen in de luchtwegen?
15 Bij een kinkhoestaanval wordt er meer gehoest (uitgeademd) dan ingeademd.

Uitwerkingen bij hoofdstuk 12

Lucht in de longen

1 **A** Tijdens een inademing neemt door de spierbeweging de omvang van de borstkas toe. Daardoor ontstaat toename van de onderdruk (= lagere druk) in de interpleurale ruimte en vervolgens een onderdruk in de longen. De lucht gaat daardoor van buiten de longen in.

2 **A** Het percentage H_2O van de buitenlucht van 0,50 neemt na inademing in de longblaasjes toe tot 6,2. Bij een hogere temperatuur in de longen kan de lucht meer waterdamp bevatten en zal de lucht meer water opnemen uit de vochtige wand van de longblaasjes. Dit vocht is afkomstig uit het bloedplasma ⇒ bewering 1 juist.
Het percentage CO_2 van de lucht in de longblaasjes van 5,3 is hoger dan dat van de uitgeademde lucht met 3,6% CO_2. Bij uitademing van lucht uit de longblaasjes vindt vermenging plaats met lucht in andere delen van de luchtwegen (dode ruimte). Deze lucht bevat 0,04% CO_2. Door deze menging is het percentage CO_2 van de uitgeademde lucht lager ⇒ bewering 2 ook juist.

3 **F** De diffusiesnelheid is onder meer afhankelijk van het diffusieoppervlak en het concentratieverschil.
Door diffusie van O_2 uit de longlucht naar het bloed wordt de O_2-concentratie in de longen lager en in het bloedplasma hoger. Het concentratieverschil neemt daardoor af, en daarmee de diffusiesnelheid. Door ventilatie van longlucht blijft de O_2-concentratie in de longblaasjes hoog ⇒ feit 1, en door afvoer van O_2-rijk bloed uit de longen blijft de O_2-concentratie in het bloed laag ⇒ feit 4.
De afvoer van O_2 uit het bloedplasma in de longhaarvaten wordt bevorderd doordat veel O_2 zich aan hemoglobine bindt ⇒ feit 2.
Naarmate het oppervlak van de longblaasjes groter is, zal de diffusiesnelheid groter zijn ⇒ feit 3.

4 De pCO_2 in de luchtpijp is op tijdstip P hoger (dan op tijdstip Q).
De luchtdruk in de luchtpijp is op tijdstip P hoger (dan op tijdstip Q).
De tussenribspieren die de ribben omhoog bewegen, zijn op tijdstip P ontspannen (en op tijdstip Q gespannen).
De middenrifspieren zijn op tijdstip P ontspannen (en op tijdstip Q gespannen).
Uit het diagram (afbeelding 2) blijkt dat het longvolume op tijdstip P afneemt en op tijdstip Q toeneemt. Tussen P en Q wordt dus nog een beetje uitgeademd en vervolgens ingeademd. Door inademing komt buitenlucht met een lagere pCO_2 in de luchtpijp. Daardoor daalt de pCO_2.
Tijdens de uitademing wordt longlucht naar buiten geperst doordat op tijdstip P de druk in de longen relatief hoog is. Tijdens de inademing stroomt buitenlucht door onderdruk naar binnen, dus tijdens tijdstip Q is de druk in de longen relatief laag.
Bij de uitademing op tijdstip P bewegen de ribben omlaag door ontspanning van de tussenribspieren die op tijdstip Q de ribben omhoog bewegen bij de inademing. Bij de uitademing beweegt het middenrif omhoog door ontspanning en tijdens de inademing omlaag door samentrekking.

Koolstofmono-oxide

5 **A** CO en O_2 zijn in competitie voor de zelfde bindingsplaatsen in een hemoglobine-molecuul, terwijl de aangeboden hoeveelheid CO gelijk blijft bij verschillende hoogten. De hoeveelheid O_2 en dus binding van zuurstof is afhankelijk van de partiële druk; die is op zeeniveau hoger dan op 5000 meter hoogte. Daardoor wordt op zeeniveau meer O_2 gebonden en dus minder CO.

Ademhaling

6 1 = functionele residuale capaciteit / FRC
Er kan nog meer lucht uitgeademd worden.
2 = totale longcapaciteit / TLC
3 = vitale capaciteit / VC

7 k B, l C, m D
Dat bij k de druk licht verhoogd is, blijkt uit de stand van de manometer; er wordt dan lucht naar buiten gedreven: uitademing. Het volume is groot; er is dus tevoren ingeademd.
Punt B geeft een iets verhoogde druk aan en een sterk vergroot volume, er is dus juist ingeademd.
Bij l en C is de druk sterk verhoogd en het volume iets vergroot; er wordt dus uitgeademd.
Bij m en D is de druk sterk verlaagd en het volume iets verkleind; er wordt dus ingeademd.

8 **C** Bij B is de druk licht verhoogd; er wordt dan lucht naar buiten gedreven: uitademing. Het volume is groot; er is dus tevoren ingeademd.

Hooikoorts

9 **A** Reflexen van hoofd en hals verlopen via het verlengde merg.
Niezen is een vorm van uitademen; dat kan door het plotseling samentrekken van de binnenste tussenribspieren en de buikspieren.
Middenrifspieren trekken het middenrif omlaag, waardoor de longen in volume toenemen en lucht via neus (en mond) binnenstroomt.
Bewuste bewegingen verlopen via motorische centra in de grote hersenen.

Meer donorlongen

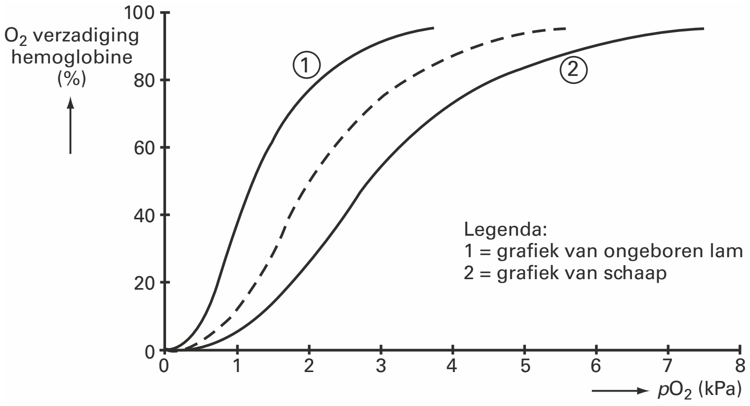
10 *Voorbeelden van een mogelijk juiste verklaring:*
- Door de slechte ventilatie wordt het concentratieverschil tussen O_2 in de longblaasjes en O_2 in de longhaarvaten (p_1–p_2) kleiner en gaat de diffusie langzamer.
- De zuurstof moet door de slijmlaag over een langere afstand (A) diffunderen, waardoor er (in een bepaalde tijd) minder O_2 in het bloed kan worden opgenomen.
- Doordat een deel van de longblaasjes (en/of bronchiolen) met slijm verstopt raakt, wordt (door het afgenomen aantal effectieve longblaasjes) het oppervlak (O) voor gaswisseling kleiner, waardoor diffusie van zuurstof en koolstofdioxide afneemt.
- De diffusieconstante (D) wordt kleiner, doordat de diffusie (behalve door de wanden van het longblaasje en longhaarvat) door taaier slijm moet plaatsvinden. Daardoor (is er een lagere diffusiesnelheid en) kan minder zuurstof opgenomen worden.

Aangezien de CO_2 de belangrijkste ademprikkel is, veroorzaakt eigenlijk de hoge CO_2-concentratie benauwdheid.

11 **D** De functie van de longen is gaswisseling: zuurstof in het bloed te brengen (en CO_2 af te voeren). Het O_2-gehalte in het bloed van de aorta geeft aan of dat gebeurt.
De uitblaassnelheid geeft geen directe informatie over zuurstofopname.
De vitale longcapaciteit geeft het volumeverschil van de longen weer tussen de maximale in- en uitademingstoestand. (BiNaS 83B, ScienceData 21.3b).
De longslagader voert bloed naar de longen toe; het CO_2-gehalte van het bloed in de longslagader wordt bepaald door de activiteit in het lichaam.

Zuurstofverzadiging

12 *Voorbeeld van een juiste curve:*



In een ongeboren zoogdier dat zuurstof opneemt via de placenta, wordt een ander type Hb gevormd. Dit heeft een hogere affiniteit tot O_2, waardoor het Hb meer O_2 bindt dan dat van een volwassen schaap bij eenzelfde pO_2. Een maand na de geboorte is een deel van de rode bloedcellen afgestorven en vervangen door rode bloedcellen met een Hb als van een volwassen schaap. De gevraagde curve zal daarom liggen tussen de grafiek van het ongeboren lam en die van het schaap. Door een overal gelijke verhouding in afstand tot de beide grafieken, krijgt ook deze curve een s-vormig verloop.
Zie BiNaS 83D, ScienceData 19.8.

Kinkhoest

13 **E** Een hoest is een zeer krachtige en snelle uitademing. Bij een krachtige uitademing trekken zowel de buikspieren als de buitenste tussenribspieren samen.
Inademing vindt plaats door samentrekking van het middenrif; bij diepere inademing gaan de binnenste tussenribspieren ook samentrekken (BiNaS 83A,B; ScienceData 21.3).

14
- Minder trilhaarbeweging leidt tot slijmophoping in de luchtwegen die door hoesten verwijderd moet worden / die de luchtwegen vernauwt waardoor inademing wordt bemoeilijkt.
- Doordat het slijm niet/minder wordt afgevoerd, kunnen de bacteriën blijven zitten / zich vermenigvuldigen (met als gevolg dat de infectie langer duurt).

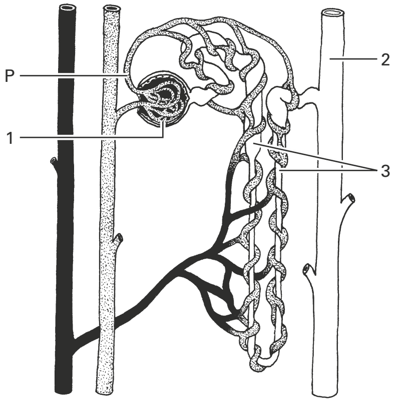
15 *Voorbeelden van een juiste uitleg waarin een symptoom van kinkhoest in verband wordt gebracht met een verminderde longwerking waardoor er minder O_2 wordt opgenomen in het bloed (dat naar de hersenen gaat):*
- Tijdens de hoestbuien wordt niet voldoende ingeademd, waardoor er minder zuurstof in het bloed wordt opgenomen.
- De vernauwing van de luchtwegen hindert de ventilatie, waardoor de longhaarvaten minder zuurstof opnemen.

13 Lever, nieren; uitscheiding

Uitscheiding

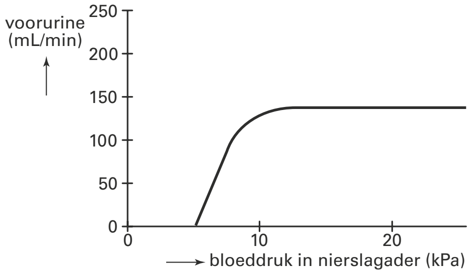
In afbeelding 1 is een niereenheid van de mens getekend met aanvoerende en afvoerende bloedvaten. In het diagram in afbeelding 2 is het verband weergegeven tussen de bloeddruk in de nierslagader en de hoeveelheid per minuut gevormde voorurine.

afbeelding 1



Legenda:
1 kapsel van Bowman
2 verzamelbuisje
3 nierbuisjes

afbeelding 2



In de nieren is sprake van autoregulatie van de hoeveelheid geproduceerde voorurine. Met autoregulatie wordt bedoeld dat in de nieren zelf regelmechanismen aanwezig zijn. Twee leerlingen doen op grond van het diagram een bewering over het bestaan van deze autoregulatie.
Leerling 1 zegt: ‘Het bestaan van deze autoregulatie kan worden geconcludeerd uit het gegeven dat bij een lage bloeddruk minder voorurine wordt gevormd dan bij een hoge bloeddruk’.
Leerling 2 zegt: ‘Het bestaan van deze autoregulatie kan worden geconcludeerd uit het gegeven dat boven een bloeddruk van ongeveer 10 kPa de hoeveelheid per minuut geproduceerde voorurine gelijk blijft’.

©ThiemeMeulenhoff

1 Welke van deze leerlingen doet of welke doen een juiste bewering over het bestaan van deze autoregulatie?
A geen van beide leerlingen
B alleen leerling 1
C alleen leerling 2
D beide leerlingen

In de wand van bloedvat P bevinden zich kringspieren die de diameter van het bloedvat kunnen verkleinen.
Iemand gaat liggen waardoor de bloeddruk in de nierslagaders daalt van 14 kPa naar 12 kPa (zie afbeelding 2).

2 Trekken op dat moment de kringspieren in de wand van P zich samen, ontspannen deze spieren zich of veranderen ze niet? Geef een verklaring voor je antwoord.

Over stoffen in de voorurine worden de volgende beweringen gedaan:
1 een deel van de glucose uit het bloedplasma dat door de nierslagaders stroomt, komt in de voorurine terecht;
2 alle ureum uit het bloedplasma dat per dag door de nierslagaders stroomt, komt gedurende die dag in de voorurine terecht;
3 een deel van de glucose die in de voorurine aanwezig is, wordt door de cellen van de nierbuisjes verbruikt.

3 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?
A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C alleen bewering 3
D alleen de beweringen 1 en 2
E alleen de beweringen 1 en 3
F de beweringen 1, 2 en 3

Zwangerschapsdiabetes

Zwangerschapsdiabetes is een vorm van suikerziekte die tijdens de zwangerschap ontstaat, meestal tussen de 24ste en 28ste week van de zwangerschap. Deze vorm van diabetes wordt veroorzaakt door insulineresistentie en lijkt op diabetes type 2. Bij zwangerschapsdiabetes is het de veranderde hormoonhuishouding die de cellen in het lichaam ongevoeliger maakt voor insuline. Doordat stoffen uit vetcellen de insulinegevoeligheid eveneens verminderen, komt zwangerschapsdiabetes vaker voor bij vrouwen met overgewicht.
De grootste boosdoener is een antagonist van insuline, het placentahormoon HPL. De productie van HPL is in de tweede helft van de zwangerschap veel hoger dan in de eerste helft.

4 Welke verstoring op celniveau treedt op bij vrouwen met zwangerschapsdiabetes?
A Cellen van de eilandjes van Langerhans produceren geen insuline.
B Door de vele vetcellen wordt te veel glucose opgeslagen.
C Levercellen en spiercellen nemen te weinig glucose op.
D Niercellen scheiden glucose pas bij een hoge bloedsuikerspiegel uit.

©ThiemeMeulenhoff

Een ouderwetse methode voor de diagnose van diabetes is het aantonen van glucose in de urine. Bij zwangere vrouwen kan de nierdrempel (de bloedwaarde waarboven glucose in de urine komt) voor glucose echter verlaagd zijn, waardoor deze methode niet geschikt is.

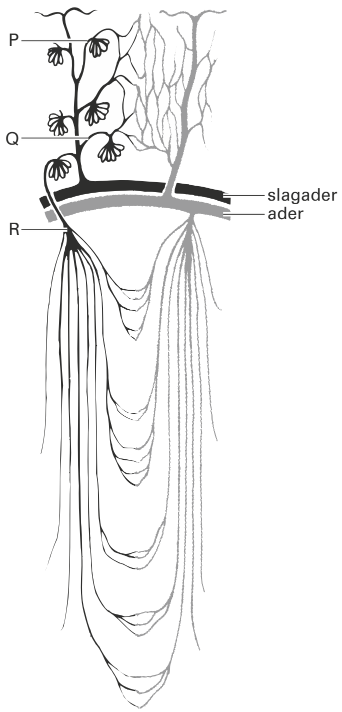
5 Wat houdt in dit geval ‘een verlaagde nierdrempel’ in?

A Door de nierbuisjes wordt minder glucose dan normaal gereabsorbeerd (teruggeresorbeerd).
B Glucose wordt dan actief uitgescheiden door de nierbuisjes.
C Via het kapsel van Bowman komt meer glucose dan normaal in de voorurine terecht.

Nieren

In afbeelding 3 is schematisch de bloedvoorziening van een deel van het niermerg en van de nierschors weergegeven. Drie plaatsen in bloedvaten zijn aangegeven met P, Q en R.

afbeelding 3



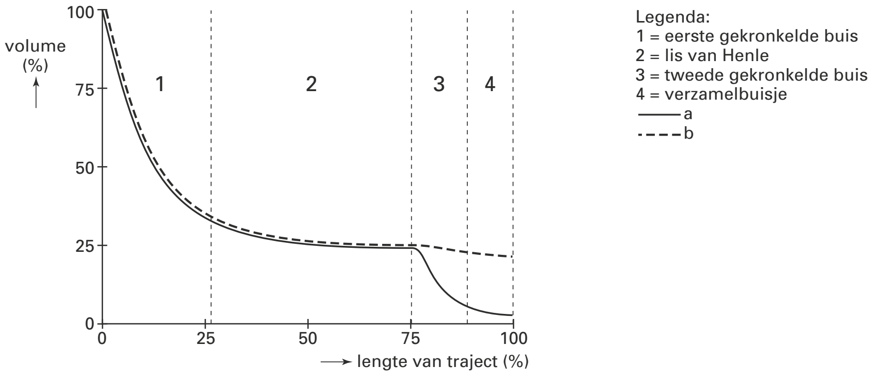
bewerkt naar: R.F. Schmidt & G. Thews (red.), Physiologie des Menschen, Berlin, 1987, 778

6 Op welke van de aangegeven plaatsen bevat het bloed de grootste hoeveelheid zuurstof per mL?

A op plaats P
B op plaats Q
C op plaats R

De osmotische waarde van het bloed in de slagaders wordt gemeten door osmoreceptoren in de hypothalamus. De osmotische waarde van het bloed wordt onder andere geregeld door het hormoon ADH.
In afbeelding 4 is op de X-as het traject weergegeven dat de vloeistof in een nefron doorloopt van het kapsel van Bowman tot aan het nierbekken. Op de Y-as is het volume van de vloeistof in dit traject weergegeven als percentage van de in het kapsel van Bowman gevormde voorurine.

afbeelding 4



bewerkt naar: R.F. Schmidt & G.Thews (red.), Physiologie des Menschen, Berlin, 1987, 787

Het volume van de (voor-)urine in het nefron is bij een sporter in twee situaties bepaald:

- situatie P: voordat de sporter met de training begint;
- situatie Q: na een uur waarin de sporter heeft getraind en hij flink heeft getranspireerd.

7 Leg uit welke van de grafieken a en b (zie afbeelding 4) situatie Q weergeeft en gebruik daarbij de begrippen osmotische waarde, ADH, wateropname en uitscheiding.

Lever

Op een bepaald moment bevindt zich bij iemand meer glucose per mL bloed in de leverslagader dan in de leverader.
Drie processen zijn:

1 vorming van glycogeen in de lever
2 een geringe aanvoer van glucose via de poortader
3 desaminering van aminozuren

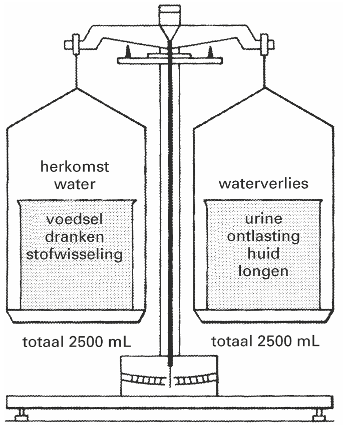
8 Welk van deze processen kan of welke kunnen het genoemde verschil in glucosegehalte veroorzaken?

A alleen proces 1
B alleen proces 2
C alleen proces 3
D alleen de processen 1 en 2
E alleen de processen 2 en 3
F de processen 1, 2 en 3

Waterverlies

Het lichaam van een mens bestaat voor ongeveer 60% uit water. In afbeelding 5 is de waterbalans bij de mens schematisch weergegeven.
Waterverlies vindt plaats door diffusie via de huid, met ontlasting, met urine, door verdamping in luchtwegen en door zweten. In tabel 1 is het waterverlies in mL per dag onder verschillende omstandigheden weergegeven.
In de tabel ontbreken gegevens over de aard van het waterverlies.

afbeelding 5



bewerkt naar: J.A. Bernards en L.N. Bouman, Fysiologie van de mens, Houten, 1994, 455

tabel 1

	waterverlies in mL per dag		
buitentemperatuur activiteit	20 °C weinig	30 °C weinig	20 °C veel
1 diffusie via de huid	350	350	350
2	350	250	650
3	100	100	100
4	200	1500	5000
5	1500	1300	600

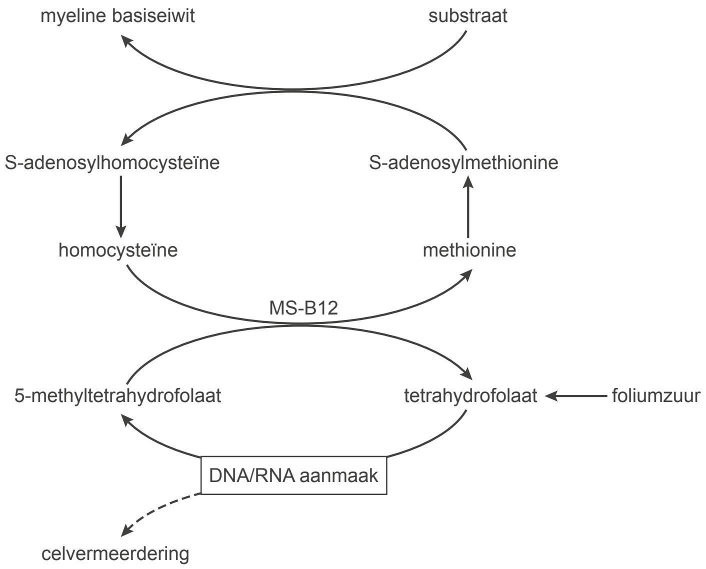
9 Met welke nummers worden waterverlies met ontlasting en waterverlies met urine aangegeven?

	ontlasting	urine
A	2	4
B	2	5
C	3	2
D	3	5
E	4	5
F	5	2

Foliumzuur / methionine

De van foliumzuur afgeleide stof tetrahydrofolaat is nodig voor de aanmaak van DNA en RNA in delende cellen, zoals de bloedcelvormende stamcellen in het beenmerg. Vitamine B12 is als co-factor van methioninesynthase (MS B12 complex) in de lever betrokken bij de vorming van methionine, dat onder andere nodig is voor de vorming van myeline.
In afbeelding 6 worden processen weergegeven waarbij vitamine B12 en foliumzuur een rolspelen.

afbeelding 6



Twee gegevens zijn:
1 Methionine wordt gerekend tot de essentiële aminozuren;
2 In de lever wordt methionine-synthase (MS) gevormd. Deze twee gegevens lijken tegenstrijdig te zijn.

10 – Wat houdt het begrip essentieel aminozuur in?
– Waarom is het tweede gegeven daarmee tegenstrijdig?
– Onder welke omstandigheid kunnen beide gegevens toch juist zijn?

Lever en gal

Bij de afbraak van het hemoglobine uit de rode bloedcellen ontstaat een stof die vanuit de milt in het bloed terechtkomt en vervolgens actief uit het lichaam verwijderd wordt.

11 Welke stof is dat en via welk orgaan of welke organen wordt deze uit het lichaam verwijderd?

	stof	orgaan/organen
A	albumine	nieren
B	albumine	lever
C	bilirubine	nieren
D	bilirubine	lever

Hints bij hoofdstuk 13

1 (Auto)regulatie veronderstelt dat een bepaalde factor constant gehouden wordt.
2 Uitgangspunt is dat dezelfde hoeveelheid voorurine geproduceerd wordt.
3 Bewering 1 en 2 kunnen niet tegelijkertijd waar zijn.
4 Bij zwangerschapdiabetes blijft glucose in het bloed zitten.
5 Voorurine wordt gevormd door ultrafiltratie.
6 Het bloed wordt tijdens zijn gang ontdaan van een deel van de vloeistof.
7 ADH is een hormoon (zie BiNaS of ScienceData). Door vochtverlies verandert de osmotische waarde van de vloeistoffen in het lichaam.
8 Glucose wordt onder invloed van insuline omgezet in glycogeen.
9 Het waterverlies door longen, huid en nieren en de wateropname door de dikke darm is niet allemaal afhankelijk van activiteit of temperatuur.
10 Methionine kan alleen maar gerecycled worden.
11 Bij afbraak van bilirubine ontstaat in de darm een bruine kleurstof.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 13

Uitscheiding

1 **C** Uit het diagram blijkt dat bij een bloeddruk tussen ongeveer 5 kPa en 10 kPa de hoeveelheid geproduceerde voorurine evenredig is aan de bloeddruk.
Dat boven een bloeddruk van ongeveer 10 kPa de hoeveelheid geproduceerde voorurine niet verder toeneemt, kan worden toegeschreven aan het bestaan van zelfregelmechanismen ⇒ de bewering van leerling 2 is juist.
Dat bij een lage bloeddruk minder voorurine wordt gevormd dan bij een hoge bloeddruk is een logisch gevolg van het feit dat voorurine in de kapsels van Bowman ontstaat door filtratie onder invloed van de bloeddruk. Daaruit kan niet het bestaan van autoregulatie worden geconcludeerd.

2 De kringspieren trekken zich samen. Bij een daling van de bloeddruk moet dezelfde hoeveelheid voorurine worden gevormd / de filtratiesnelheid gelijk blijven, en daarom mag de filtratiedruk niet dalen als gevolg van het gaan liggen.
Voorurine wordt gevormd onder invloed van de bloeddruk (filtratiedruk) in de kapsels van Bowman. Zoals uit vraag 1 blijkt, wordt door autoregulatie de hoeveelheid voorurine die door filtratie gevormd wordt, constant gehouden bij verandering van de bloeddruk boven 10 kPa. Door samentrekking van kringspieren in bloedvat P ontstaat een verminderde afvoer van bloed uit het kapsel van Bowman en wordt de bloeddruk daar hoger. Een bloeddrukdaling in de nierslagader kan zo worden gecompenseerd.

3 **E** *1* In de kapsels van Bowman wordt voorurine gevormd: een klein deel van het bloedplasma dat door de bloedvaten van een glomerulus stroomt, komt via poriën in de kapsels terecht en vervolgens in de nierbuisjes (BiNaS 85, ScienceData 24). De poriën zijn voor de meeste opgeloste stoffen (bv. glucose en ureum) permeabel, met uitzondering van bijna alle eiwitten.
3 Veel stoffen waaronder alle glucose worden door cellen van nierbuisjes teruggeresorbeerd vanuit de voorurine en naar het bloed gebracht door actief transport. Voor de benodigde energie wordt een deel van de heropgenomen glucose direct gedissimileerd.
2 Het meeste bloedplasma met onder andere opgelost ureum, komt niet in de voorurine terecht maar stroomt verder.

Zwangerschapsdiabetes

4 **C** Bij zwangerschapsdiabetes zijn cellen ongevoeliger voor insuline (zie tekstkader). Insuline verhoogt de permeabiliteit van celmembranen voor onder meer glucose (BiNaS 89A; ScienceData 28.6).

5 **A** De nierdrempel is het glucosegehalte dat de cellen van de nierbuisjes nog kunnen terug resorberen naar het bloed. Normaal wordt alle glucose gereabsorbeerd. Maar als het glucosegehalte in de voorurine hoger is dan de nierdrempel of de nierdrempel verlaagd is, blijft er glucose in de voorurine en uiteindelijk ook in de urine (BiNaS 85A,B; ScienceData 24.1,3).
B Glucose wordt niet actief uitgescheiden.
C De vorming van voorurine is een passief proces. Het glucosegehalte in de voorurine is gelijk aan dat van bloedplasma; dit geldt voor alle opgeloste stoffen in het bloed die uit kleine moleculen bestaan (BiNaS 85A; ScienceData 24.1).

©ThiemeMeulenhoff

Nieren

6 **C** Zuurstofrijk slagaderlijk bloed komt eerst in Q; daarna in P, een glomerulus in een nierkapsel. Daar wordt weinig zuurstof gebruikt. Het stroomt verder via R, een afvoerend zuurstofrijk slagadertje. Dit voert bloed van de glomerulus naar het nierkanaaltje en lis van Henle voordat het naar de ader gaat. Omdat een deel van het bloedplasma uit de glomerulus wordt geperst, blijven er in het bloed (bij R) in verhouding meer rode bloedlichaampjes met zuurstof per volume-eenheid achter.

7 Grafiek a geeft situatie Q weer.
Voorbeeld van een juiste uitleg:
De sporter heeft veel getranspireerd en daarmee water verloren, waardoor de osmotische waarde van het bloed hoog is. Dit leidt tot (een hoge) ADH-afgifte. Hierdoor vindt meer wateropname in het nierkanaaltje plaats en is er weinig uitscheiding van urine.

Lever

5 **D** De glucose die door de leverslagader en poortader wordt aangevoerd, kan in de lever in glycogeen worden omgezet.
Het glucosegehalte in de leverslagader kan, na vermenging met bloed met een gering glucosegehalte uit de poortader, leiden tot een geringer glucosegehalte in de leverader.
Bij desaminering van aminozuren ontstaan (naast ureum) stoffen die als brandstof kunnen worden gebruikt. Uit deze stoffen kan glucose gevormd worden.

Waterverlies

9 **D** De hoeveelheid water in ontlasting (mate van indikking) is niet afhankelijk van de omgevingstemperatuur of activiteit.
Als er elders in het lichaam meer waterverlies optreedt, reageren de nieren hierop door minder water uit te scheiden.
Nummer 2 geeft de longen aan; minder ventilatie bij warmer weer, meer bij veel activiteit.
Nummer 4 geeft zweten aan; lichte toename in een warmere omgeving, sterke toename bij veel activiteit.

Foliumzuur / methionine

10
- Een essentieel aminozuur moet via de voeding verkregen worden / kan door het lichaam niet zelf gemaakt worden / kan niet door transaminering (in de lever) gevormd worden.
- De tegenstrijdigheid is dat methionine blijkbaar (met behulp van methionine-synthase) wel kan worden gesynthetiseerd.
- Als er consequent te weinig methionine wordt gevormd (door omzetting van homocysteïne in methionine) moet het dus ook in de voeding voorkomen.

Methionine kan alleen maar gerecycled worden. Tekort kan alleen vanuit de voeding worden aangevuld.

©ThiemeMeulenhoff

Lever en gal

11 **D** Bij de afbraak van rode bloedcellen wordt hemoglobine afgebroken tot bilirubine in de milt. Bilirubine is slecht oplosbaar in bloed en wordt daarom gekoppeld aan albumine naar de lever vervoerd. Daar wordt bilirubine met gal uitgescheiden naar de dunne darm. In de dikke darm wordt bilirubine omgezet tot het bruine stercobiline, dat kleur geeft aan de feces.
Albumine is het eiwitmolecuul dat het meest in het bloedplasma voorkomt. Omdat het niet uit de bloedhaarvaten kan treden, bepaalt het grotendeels de colloïd-osmotische waarde (en de waterpotentiaal) van het bloed (BiNaS 84G; ScienceData 20.6).

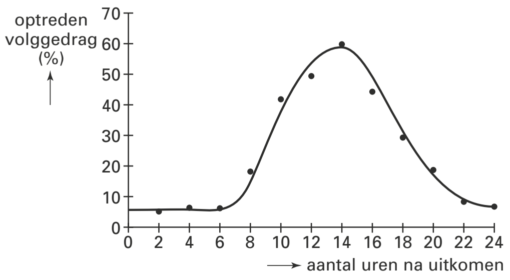
©ThiemeMeulenhoff

14* Gedrag en seksualiteit

Volggedrag

De jongen van bepaalde soorten vogels, zoals ganzen, vertonen volggedrag. In de natuurlijke situatie lopen jonge ganzen, nadat ze uit het ei zijn gekomen, steeds met hun moeder mee.
Om dit volggedrag te bestuderen doet een onderzoeker het volgende experiment. Ganzeneieren worden uitgebroed in een broedmachine. Het eerste bewegende voorwerp dat de gans na het uitkomen te zien krijgt, is een speelgoedeend op wieltjes die over de grond wordt voortgetrokken. Deze proef wordt met een groot aantal ganzen uitgevoerd; daarbij vindt de eerste confrontatie met de bewegende speelgoedeend plaats 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 of 24 uur na het uitkomen. De onderzoeker registreert of de jonge gans die op één van de genoemde tijdstippen voor het eerst de bewegende speelgoedeend ziet, volggedrag gaat vertonen. Zijn resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 1.

afbeelding 1



1* Wat is de biologische term voor het leerproces waardoor een jonge gans het volggedrag gaat vertonen?

Over het optreden van volggedrag zoals dat is weergegeven in afbeelding 1, worden de volgende beweringen gedaan:

1 Dit neemt in de periode vanaf 6 uur tot 14 uur na het uitkomen uit het ei steeds exponentieel toe.
2 Dit neemt pas vanaf 6 uur na het uitkomen uit het ei toe, doordat vóór die tijd de jonge ganzen nog niet goed kunnen lopen.
3 Dit is het grootst rond 14 uur na het uitkomen uit het ei, doordat dat erfelijk is vastgelegd.
4 Dit neemt in de periode na 14 uur na het uitkomen uit het ei af, doordat de jonge ganzen dan honger krijgen en niet meer op de speelgoedeend letten.

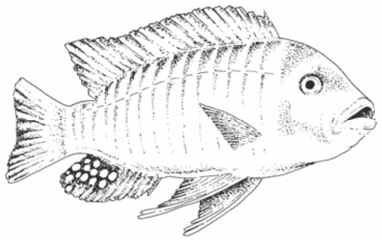
2* Welke van deze beweringen is juist?
A bewering 1
B bewering 2
C bewering 3
D bewering 4

* Dit hoofdstuk is alleen bestemd voor het schoolexamen.

Eivlekken

Bij bepaalde vissoorten, zoals de zebracichlide *Pseudotropheus zebra*, ontwikkelen de eieren zich in de bek van het vrouwtje. Tijdens de paringsdans neemt het vrouwtje de door haar geproduceerde eieren in haar bek. Vervolgens spreidt het mannetje zijn anale vin en produceert sperma. Op zijn anale vin bevindt zich een aantal opvallende geel-oranje vlekken die een sterke gelijkenis vertonen met de eieren. Dit is te zien in afbeelding 2. Het vrouwtje hapt naar de 'eivlekken' op de vin waarbij een deel van het geproduceerde sperma wordt opgehapt. Door dit gedrag is de kans op bevruchting van de eieren groot.

afbeelding 2



Sommige biologen menen dat deze eivlekken in de loop van de evolutie ontstaan zijn uit kleine parelvormige vlekjes die bij veel soorten cichliden voorkomen.

3* Leg uit op welke wijze cichlidesoorten met eivlekken volgens deze biologen zijn ontstaan.

Andere onderzoekers trekken deze veronderstelde functie van de eivlekken in twijfel. Zij staan sceptisch tegenover de gesuggereerde evolutionaire ontwikkeling vanwege het ontbreken van een precieze overeenkomst in kleur, vorm en afmeting van eieren en eivlekken. Deze tegenstanders zijn van mening dat de vlekken op de anale vin vooral een herkenningsfunctie hebben: het soort-specifieke vlekkenpatroon stelt volgens hen een vrouwtje in staat een partner van de eigen soort te herkennen. Verschillende onderzoeken naar de betekenis van de eivlekken hebben onder meer de volgende resultaten opgeleverd:

1 soorten waarvan de eivlekken duidelijk groter en opvallender zijn dan de eieren, baltsen merendeels in dieper water waar het zicht geringer is;
2 bij soorten met eivlekken die weinig gelijkenis vertonen met de eieren, hapt het vrouwtje tijdens de balts in dezelfde mate naar de anale vin als bij soorten met goed gelijkende eivlekken;
3 het verwijderen van de eivlekken van de anale vin heeft geen invloed op de mate waarin het vrouwtje tijdens de balts naar de anale vin hapt.

4* Welk van de genoemde onderzoeksresultaten ondersteunt of welke ondersteunen de mening dat de vlekken op de anale vin *vooral* een soortspecifieke herkenningsfunctie hebben?
A alleen resultaat 1
B alleen resultaat 2
C alleen resultaat 3
D alleen de resultaten 1 en 2
E alleen de resultaten 1 en 3
F de resultaten 1, 2 en 3

Katten

Een zwerfkat die al eens eerder gevangen is, zal moeilijker te vangen zijn dan een zwerfkat die niet eerder gevangen is.

5* Als deze veronderstelling juist is, op welk type leerproces is dit deel van het gedrag van katten dan gebaseerd?

A conditionering
B gewenning
C imitatie
D inprenting

Lerende koolmezen

tekst 1

In 1930 veronderstelde R.A.Fisher dat waarschuwingskleuren in combinatie met oneetbaarheid ('eet mij niet, ik ben giftig') ontstaan zijn in verschillende populaties van bij elkaar levende organismen. Als een predator één dier met een waarschuwingskleur doodt en vervolgens als oneetbaar beschouwt, zal hij de andere dieren met dezelfde kleur met rust laten. Op grond daarvan kan het voor andere diersoorten voordelig zijn diezelfde waarschuwingskleuren te hebben. Leren predatoren van generatie op generatie de kleuren steeds opnieuw of is de afkeer van prooien met bepaalde kleuren genetisch vastgelegd? Daarnaar is onderzoek bij koolmezen gedaan. Op kleine stukjes roggestro werden twee verschillende stippenpatronen (P en Q) aangebracht. Het stro werd gevuld met vet. In de strootjes met patroon P was kinine (een bittere stof waar koolmezen niet van houden) aan het vet toegevoegd. Aan de strootjes met patroon Q was slechts bij één derde deel kinine toegevoegd. Na de eerste dag lieten de koolmezen de strootjes met patroon P liggen. De andere aten ze op. Even grote stukjes amandel werden ook van de stippenpatronen P en Q voorzien. Koolmezen lieten stukjes amandel met patroon P liggen; de andere stukjes aten ze op.

6* Op welk type leergedrag berust het laten liggen van stukjes roggestro met kinine?

A operant conditionering
B gewenning
C imitatie
D inprenting
E inzicht
F proefondervindelijk leren

Het beschreven onderzoek met de koolmezen geeft slechts gedeeltelijk antwoord op de gestelde onderzoeksvraag (r. 7 en 8). Deze vraag bleek onzorgvuldig te zijn gesteld.

7* Formuleer een onderzoeksvraag waarop het beschreven onderzoek wel antwoord geeft.

8* Beschrijf een werkplan waarmee onderzocht wordt of de afkeer van bepaalde prooien bij koolmezen genetisch vastligt.

Zeeschildpadden

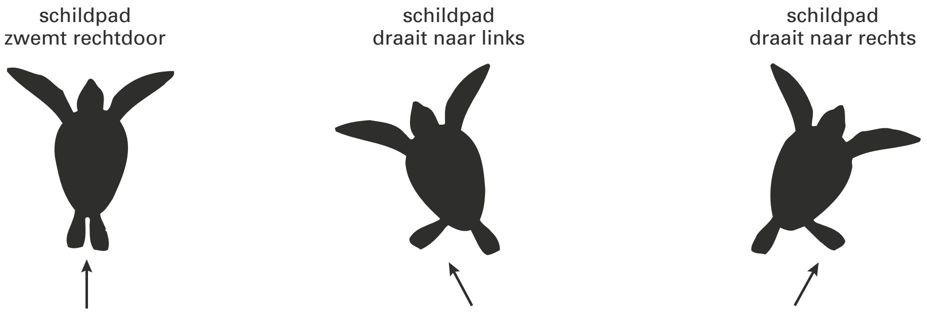
Zeeschildpadden van de soort Caretta caretta leggen hun eieren op het strand. Na het leggen verlaat het vrouwtje de eieren. Wanneer de jonge zeeschildpadden uit het ei komen, bewegen zij zich naar het water. De tocht over het strand duurt ongeveer 2 minuten.
Ze duiken het water in en zwemmen door het ondiepe water naar de diepe oceaan.
In de oceaan groeien zij uit tot volwassen zeeschildpadden.

Zodra de jonge zeeschildpadden in het ondiepe water zijn gekomen, zwemmen ze altijd in de richting van de oceaan. Het is de vraag op welke wijze de jonge zeeschildpadden zich in het water oriënteren.
Stel dat de temperatuur van het water de richting beïnvloedt waarin de zeeschildpadden zwemmen.

9* Beschrijf een experiment waarmee je deze hypothese kunt toetsen. Beschrijf de waarnemingen die deze hypothese bevestigen.

De zeeschildpad zwemt door het bewegen van de voorpoten, de achterpoten gebruikt hij als 'roer'. Met gestrekte achterpoten zwemt een zeeschildpad rechtuit. Om naar links te draaien steekt hij zijn linkerachterpoot uit. Om naar rechts te draaien steekt hij zijn rechterachterpoot uit. Deze bewegingen zijn weergegeven in afbeelding 3.

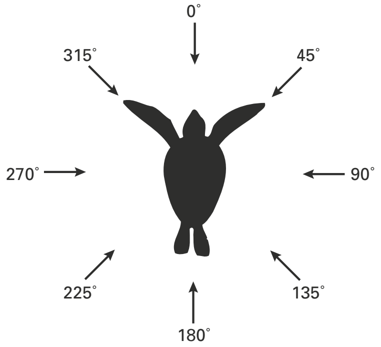
afbeelding 3



bron: K.J.Lohmann, A.W. Swartz & C.M.F. Lohmann, Perception of ocean wave direction by sea turtles, The Journal of Experimental Biology 198, 1995, 1079-1985

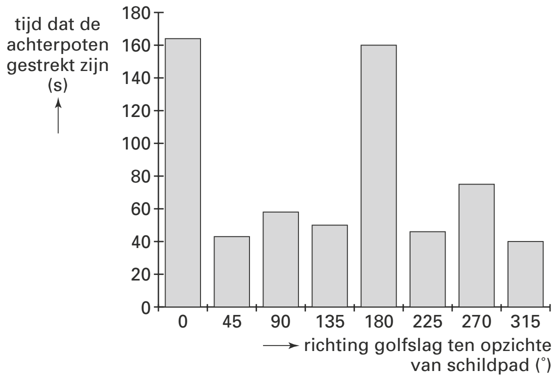
Een tweede hypothese is dat de jonge zeeschildpadden zich in het water oriënteren op de richting van de golven. Om dit te onderzoeken wordt een golfsimulator gebruikt. In de golfsimulator kunnen golven van verschillende kanten op de zeeschildpad, die met een klemmetje op de plaats wordt gehouden, afkomen. Golven komen van voren, van rechts, van achteren of van links (zie afbeelding 4).

afbeelding 4



Van elke schildpad wordt gedurende drie minuten de stand van de achterpoten bij één van deze golfrichtingen geregistreerd. De tijd dat de achterpoten gestrekt zijn is weergegeven in afbeelding 5.

afbeelding 5



Over het zwemgedrag van de jonge zeeschildpadden wordt een aantal beweringen gedaan:

1 Jonge zeeschildpadden reageren op de sterkte van de golfslag.
2 Jonge zeeschildpadden reageren op de hoek waaronder de golfslag hun lichaam treft.
3 Jonge zeeschildpadden laten zich drijven als de golfslag van achteren komt.
4 Jonge zeeschildpadden leren tijdens hun tocht door het water te reageren op de hoek waaronder de golfslag hun lichaam treft.

10* Welke van deze beweringen wordt of welke worden ondersteund door de resultaten, weergegeven in afbeelding 5?

A alleen bewering 1
B alleen bewering 2
C alleen bewering 3
D alleen bewering 4
E de beweringen 1 en 4
F de beweringen 2 en 3

Gedrag bij duiven

Bij het operant conditioneren van dieren wordt de respons (= reactie) beloond. Wanneer men ophoudt de respons te belonen, zal extinctie (= uitdoving) van de geconditioneerde respons optreden. Het verschijnsel extinctie wordt bij duiven in de volgende twee experimenten bestudeerd. In beide experimenten wordt een duif geconditioneerd om op een schakelaartje te pikken (= de respons). Als beloning ontvangt het dier een graankorrel.

experiment 1

– gedurende drie dagen wordt de duif geconditioneerd; hij krijgt een beloning direct na elke vijfde respons
– de vierde dag wordt de duif niet meer beloond
– resultaat: de extinctie is na tien uur bijna volledig

experiment 2

– gedurende drie dagen wordt de duif geconditioneerd; hij krijgt een beloning na een steeds wisselend aantal responsen
– de vierde dag wordt de duif niet meer beloond
– resultaat: de extinctie is na een week nog niet volledig

Over operant conditioneren worden de volgende beweringen gedaan:

1 de mate van extinctie van de geconditioneerde respons is afhankelijk van het patroon van beloningen geven,
2 wanneer er geen vast moment van beloning is, ontstaat ook geen geconditioneerde respons.

11* Welke van deze beweringen is of welke zijn juist?

A geen van beide beweringen
B alleen bewering 1
C alleen bewering 2
D de beweringen 1 en 2

Gedrag bestuderen

tekst 2

In het diepste geheim werden twee weken geleden zenders geplakt op tien gewone zee-honden (Phoca vitulina). De wilde dieren werden gevangen onder het Waddeneilandje Rottumerplaat, ze kregen een satellietzender in hun nek en werden weer losgelaten in de Waddenzee.
Marien biologe drs. Sophie Braseur: ‘De minicomputer meet om de tien seconden hoe diep de zeehond zwemt, op welke tijd hij een duik neemt en hoe lang de zeehond op een bepaalde diepte blijft. Iedere zes uur worden de gegevens weggeschreven. Per zes uur krijg ik een gegevenspakketje’. De verwachting is dat deze zeehonden in het gebied zullen blijven en goed zijn te volgen.

bron: Hélène van Beek, Schattig, een zeehond met zender, De Gelderlander, 21 maart 1998

Drie gedragssystemen zijn: paringsgedrag, voedselzoekgedrag en zorg voor de jongen.

12* Op welk van deze gedragssystemen heeft de informatie die Sophie Braseur zegt te ontvangen, vooral betrekking?

Seksualiteit

13* Tussen man en vrouw zijn een aantal verschillen waarneembaar, zoals:
1 verschil in primaire geslachtskenmerken
2 verschil in secundaire geslachtskenmerken
3 verschil in gedrag, waartoe ook rolpatronen behoren
4 verschil in gevoel van geslachtsidentiteit
Welke verschillen hebben betrekking op het begrip gender?

14* SOA is een afkorting voor seksueel overdraagbare aandoening.
Welk van de volgende aandoeningen is geen SOA?
A Chlamydia
B Ebola
C AIDS
D Herpes genitalis

15* Een SOA wordt doorgaans overgedragen door seksueel contact.
Enkele voorbeelden van SOA's zijn aids, chlamydia en trichomonas.
De veroorzakende ziekteverwekkers van de genoemde SOA's behoren tot de virussen, bacteriën, schimmels of zijn dierlijke cellen.
Geef van elke genoemde SOA aan tot welke groep ziekteverwekkers deze behoort.

16* Bij menselijke relaties speelt seksualiteit een belangrijke rol.
Hier volgen twee uitspraken.
1 Het transseksueel zijn wordt bepaald door een afwijkende groei van de hersenen onder invloed van hormonen voor de geboorte.
2 Tijdens de levensloop veranderen de concentraties geslachtshormonen in het lichaam en daarmee het gedrag ten opzichte van mogelijke seksuele partners.
Kunnen deze uitspraken juist zijn?
A alleen uitspraak 1 kan juist zijn
B beide uitspraken kunnen juist zijn
C alleen uitspraak 2 kan juist zijn
D beide uitspraken kunnen onjuist zijn

17* De term transseksueel lijkt een meer gevorderde, stabielere toestand aan te geven dan de term transgender.
Een transseksueel is iemand die
A zich seksueel aangetrokken voelt tot individuen van het eigen geslacht.
B gevoelsmatig tot een andere geslacht behoort, dan zijn of haar lichamelijke bouw.
C lichamelijke kenmerken heeft van beide geslachten.
D zich aangetrokken voelt tot individuen van beide geslachten.
E geen enkele seksuele gevoelens heeft.

©ThiemeMeulenhoff

Hints bij hoofdstuk 14

1 De jongen hebben hun moeder leren kennen en dat leren ze niet meer af.
2 Is er onderzoek gedaan naar de invloed van honger?
3 Bij vragen over het ontstaan van nieuwe soorten spelen de volgende processen altijd een rol: mutatie, selectie en reproductieve isolatie.
4 'Vooral' is in de vraag schuin afgedrukt.
5 Er is hier sprake van 'straf'.
6 Er is sprake van 'trial and error'.
7 Erfelijkheid werd niet in het onderzoek opgenomen.
8 Leereffecten moeten door de wijze van proefopstelling uitgeschakeld worden.
9 Twee groepen die maar in één factor verschillen.
10 0° en 180° staan tegenover elkaar. Is de sterkte van de golfslag een variabele in het onderzoek?
11 In beide experimenten is sprake van extinctie.
12 Hebben de zeehonden een relatie met elkaar?
13 Een rolpatroon is het gedrag dat maatschappelijk, cultureel of religieus bepaald wordt.
14 Welke ziekte kun je krijgen door seksueel contact?
15 Welke SOA kun je niet met antibiotica bestrijden?
16 Hoe verandert het lichaam in de loop van het leven?
17 Het voorvoegsel trans (Latijn) betekent letterlijk 'aan de andere zijde'.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 14

Volggedrag

1 inprenting
Inprenting, het leerproces dat snel verloopt in de eerste levensfase, is gebonden aan een gevoelige periode en is niet meer af te leren, bijvoorbeeld het herkennen van de ouders.

2 **C** Er is sprake van een optimum dat alleen met erfelijkheid te verklaren is. Indien er sprake zou zijn van een leerproces of van beter kunnen lopen na verloop van tijd, dan zou het aantal volgende jonge ganzen voortdurend stijgen.
Al bij de eerste confrontatie om 2 uur volgt 5%; die kunnen dus al lopen. Bij 24 uur is dat ook 5%. Waarschijnlijk is dat een (vaste) minderheid die niet op grond van erfelijkheid volgt, maar bijvoorbeeld uit nieuwsgierigheid reageert.
De toename vanaf 6 uur tot 14 uur is niet exponentieel; maar vrijwel lineair.
Naar de bewering 'de jonge ganzen krijgen na 14 uur honger' is geen onderzoek gedaan.

Eivlekken

3 Als gevolg van mutatie is er binnen de populatie verscheidenheid in de vorm/kleur van de vlekken op de anale vin.
Tijdens de balts wordt de kans op bevruchting groter naarmate de vlekken op de anale vin meer op eieren gelijken, met als gevolg dat het aantal nakomelingen met eivlekken binnen de populatie sterker toeneemt dan die met minder gelijkende anale vlekken.
Als deze nakomelingen met eivlekken zich vervolgens alleen nog maar onderling kunnen voortplanten, is een nieuwe soort ontstaan.

4 **A** Resultaat 1 geeft aan dat vooral soorten die in een habitat waar de sleutel-prikkel (eivlek) moeilijker zichtbaar is, grotere herkenbare eivlekken hebben.
Resultaat 2: Als er een herkenningsfunctie zou zijn, dan zouden door selectie eivlekken ontstaan die lijken op de eigen eieren. of
Het doet er niet toe hoe de eivlekken er uit zien; het vrouwtje hapt toch wel en is er geen soortspecifieke herkenningsfunctie.
Resultaat 3: Geeft aan dat er geen relatie is tussen de manier van voortplanting bij bepaalde soorten en de vorm van de eivlekken bij die soorten.

Katten

5 **A** Conditionering is het leren van een bepaald gedrag door beloning of straf.
Als het vangen als straf wordt ervaren, zal bij de dieren die bij de eerste vangst zijn gevangen het vluchtgedrag sterker zijn geworden.
Gewenning is het steeds minder reageren bij herhaling van een prikkel.
Imitatie is het nadoen van het gedrag van bv. soortgenoten.
Inprenting is het zeer snelle leerproces dat in de eerste levensfase plaatsvindt.

Lerende koolmezen

6 **F** De koolmezen hebben de ervaring opgedaan dat ze niet van de strootjes met patroon P houden. Leren door ervaring is proefondervindelijk (trial and error).
Bij operant conditionering wordt bepaald gedrag geleerd door beloning en/of straf.
Gewenning is het niet (meer) reageren op herhaling van een prikkel.
Imitatie is het nadoen van gedrag, bv. van de ouders. Inprenting is een snel verlopend leerproces in de eerste levensfase, waarvan het geleerde niet meer wordt vergeten.
Inzicht is het combineren van verschillende ervaringen bij het vinden van een oplossing.

©ThiemeMeulenhoff

7 *Voorbeelden van juiste onderzoeksvragen:*
- Speelt het stippenpatroon / een leerproces een belangrijke rol bij de prooikeuze van koolmezen?
- Kunnen koolmezen het 'bittere stippenpatroon' onthouden?

De oorspronkelijke onderzoeksvraag is onzorgvuldig omdat er geen proef met nakomelingen wordt gedaan, dus over erfelijkheid van dit gedrag is niets te zeggen.

8 *Het werkplan bevat de volgende elementen:*
- Jongen geïsoleerd laten opgroeien.
- Nagaan hoe de jongen reageren op prooien die de ouders niet eten.
- Nagaan hoe de jongen reageren op prooien die de ouders wel eten (als controle).

Zeeschildpadden

9 *Voorbeeld van een beschrijving van het experiment:*
Ik neem twee gelijke groepen schildpadden die allemaal net uit het ei zijn gekomen. Ik heb een bak water waarin ik de temperatuur op verschillende plaatsen kan regelen. Eerst houd ik de temperatuur overal hetzelfde. Ik zet dieren van groep 1 in het midden en noteer in welke richting ze zwemmen. Dan maak ik aan één kant de temperatuur wat lager en aan de andere kant de temperatuur wat hoger. Ik zet groep 2 in het midden van het water en noteer in welke richting ze zwemmen.
Waarnemingen die de hypothese bevestigen:
Als groep 2 in de richting van het warmere of koudere water zwemt en groep 1 alle kanten uit zwemt dan weet ik dat de watertemperatuur invloed heeft op de richting waarin jonge zeeschildpadden zwemmen.
Eén van de groepen krijgt geen temperatuurgradiënt en de andere groep wel, of de temperatuurgradiënt van de ene groep is tegengesteld aan die van de andere groep.

10 **B** De poten zijn meer dan 2 minuten gestrekt als de golfslag van voor (0°) of van achter (180°) komt. Dat is ongeveer twee keer zo lang als wanneer de golven van opzij bij de schildpadden komen.
De overige gedragingen zijn niet specifiek gemeten.

Gedrag bij duiven

11 **B** De mate van extinctie is in beide experimenten verschillend als gevolg van het patroon van beloning.
In beide experimenten treedt extinctie op, d.w.z. dat in beide experimenten een geconditioneerde respons was ontstaan.
In experiment 2 zorgt de onvoorspelbaarheid van de beloning voor het aanleren van een 'pik maar door'-gedrag. De duif weet nooit of er nog een korreltje komt.

Gedrag bestuderen

12 Voedselzoekgedrag
Zeehonden eten vis en moeten daarvoor regelmatig duiken; de computer meet frequentie, diepte en tijd.
De computer meet geen gegevens over contact met andere zeehonden, zoals bij paargedrag of zorg voor jongen.

©ThiemeMeulenhoff

13 Verschillen 3 en 4.
Gender staat voor gedrags- en identiteitsaspecten, in tegenstelling tot biologische aspecten, van sekse. Gender betreft ook het gevoel tot het andere geslacht te behoren dan de bouw van je geslachtsorganen aangeeft. Een rolpatroon is het gedrag dat maatschappelijk, cultureel of religieus bepaald wordt.
Primaire geslachtskenmerken betreft de bouw van geslachtsorganen zoals bij de geboorte aanwezig.
Secundaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit onder invloed van geslachtshormonen, bv. lichaamsbeharing, borstvorming bij de vrouw en zwaardere stem bij de man.

14 **B** Een SOA is een seksueel overdraagbare aandoening, die (vooral) overgedragen wordt door contact tussen slijmvliezen van geslachtsorganen. De overdracht via andere wegen wordt meestal verhinderd door afkoeling en door uitdroging; het ziekteverwekkende organisme is zo kwetsbaar dat het buiten de gastheer niet overleeft.
Ebola wordt veroorzaakt door een virusbesmetting. Het is geen SOA omdat het (ook) wordt overgedragen door alle lichaamssappen en geïnfecteerde cellen na aanraking.
Chlamydia wordt veroorzaakt door een bacterie die ontsteking van de vrouwelijke geslachtsorganen veroorzaakt. De bacterie wordt overgedragen via geslachtsorganen; buiten het lichaam sterven deze bacteriën doorgaans door afkoeling.
Aids wordt veroorzaakt door HIV, een virus dat zich in het afweersysteem nestelt. Hierdoor wordt het afweersysteem verzwakt en kunnen allerlei infecties niet effectief bestreden worden. Zonder medicijnen is de ziekte dodelijk.
Herpes genitalis (genitaliën = geslachtsorganen) wordt veroorzaakt door een virus; buiten het lichaam kan het virus niet overleven.

15 Aids wordt door HIV (virus) veroorzaakt.
Chlamydia is een bacterie.
Trichomonas is een (eencellig) diertje.

16 **B** 1 Voor de geboorte zijn ontwikkelende hersenen gevoelig voor zowel de eigen hormonen, als voor de hormonen van de moeder.
2 Tijdens het leven neemt de productie van geslachtshormonen in de puberteit eerst toe en later af (menopauze) en daardoor ook de libido/geslachtsdrift (behoefte aan seksuele intimiteit).

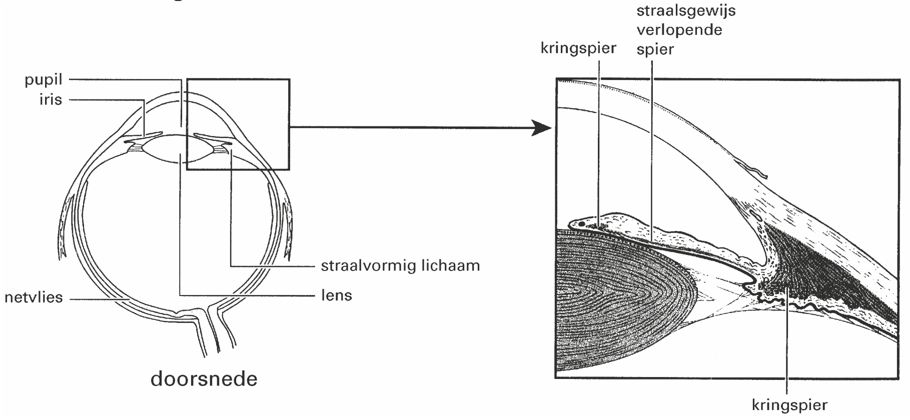
17 **B** Een transseksueel voelt zich opgesloten in het verkeerde lichaam. De man wil vrouw zijn, de vrouw wil man zijn. Om daadwerkelijk chirurgisch een geslachtsverandering te ondergaan, moet je lange tijd leven als het andere geslacht en veel hormonen slikken. Bovendien krijgen veel transseksuelen te maken met vooroordelen of weerstand van mensen in hun omgeving.
Bij een transgender is de drang tot geslachtsverandering minder sterk of minder definitief (of tijdelijk).
Homoseksuelen voelen zich aangetrokken tot individuen van het eigen geslacht.
Hermafrodieten zijn mensen (en andere organismen) die beide geslachtskenmerken hebben.
Biseksuelen voelen zich aan getrokken tot individuen van beide geslachten.

15* Oog en andere zintuigen

Ziekte van Alzheimer

De ziekte van Alzheimer is een vorm van ouderdoms-dementie. Amerikaanse onderzoekers hebben onlangs een test beschreven waarmee de ziekte van Alzheimer kan worden vastgesteld. Ze druppelen tropicamide in een oog van de te onderzoeken persoon. Bij Alzheimer-patiënten leidt dit tot een aanzienlijk grotere verwijding van de pupil dan bij andere mensen. Tropicamide wordt gewoonlijk toegepast door oogartsen die via de pupil het netvlies willen bekijken.

informatie 1 **oog van de mens**



De wijdte van de pupil wordt geregeld via de pupilreflex.

1* Waardoor wordt de pupil verwijd?
A door het samentrekken van de kringspier in de iris
B door het samentrekken van de kringspier in het straalvormig lichaam
C door het samentrekken van de straalsgewijs verlopende spier in de iris

2* Welke prikkel leidt onder normale omstandigheden tot het verwijden van de pupil?
A een onscherp beeld in de iris
B een onscherp beeld op het netvlies
C te weinig licht op de iris
D te weinig licht op het netvlies

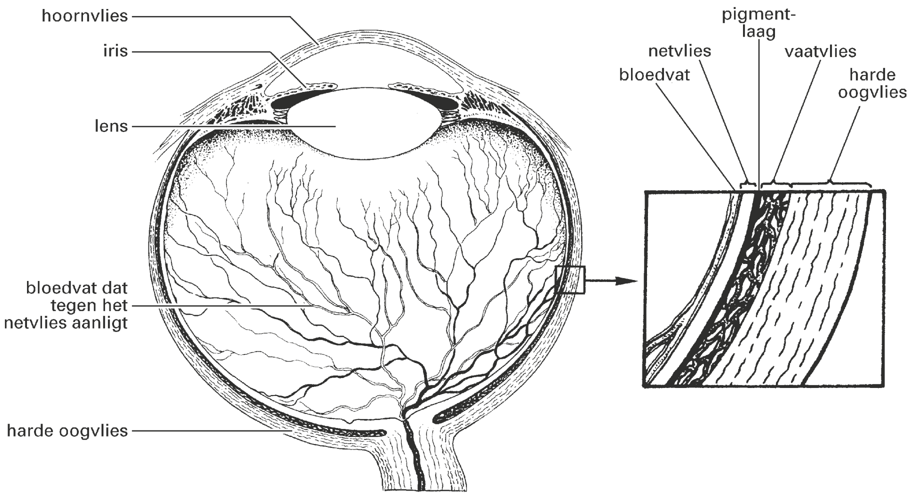
Het is bekend dat in de hersenen van patiënten met de ziekte van Alzheimer eenzelfde type storing optreedt als bij mensen met het syndroom van Down. Mensen met het syndroom van Down zijn vaak overgevoelig voor tropicamide. Daardoor ontstond het idee om tropicamide te gebruiken als indicator voor de ziekte van Alzheimer.
Om na te gaan of tropicamide inderdaad bruikbaar is als indicator, werd deze stof aan Alzheimer-patiënten toegediend. Hierbij werd een controlegroep gebruikt.

3* Bestond deze controlegroep uit mensen met het syndroom van Down of juist niet? Leg je antwoord uit.

* Dit hoofdstuk is alleen bestemd voor het schoolexamen.

Flitsfoto’s

Als binnenshuis een foto gemaakt wordt met gebruik van een flitser, hebben de mensen op de afdruk vaak rode ogen. Het rood van de ogen op de foto is het gevolg van de terugkaatsing van het flitslicht tegen de binnenzijde van de ogen.
Hieronder is schematisch weergegeven hoe een doorgesneden oog er van binnen uitziet.



4* Door welk van de aangegeven delen wordt de rode kleur van het weerkaatste licht veroorzaakt?
A door de bloedvaten die tegen het netvlies aanliggen
B door de iris
C door de pigmentlaag
D door het harde oogvlies
E door het hoornvlies

Sommige fototoestellen geven vlak voor het maken van de opname een extra flits. Daarna wordt nogmaals geflitst en gelijktijdig de foto gemaakt.
5* Leg uit waardoor er dan minder kans is dat de ogen op de foto er rood uitzien.

Lenzen

Wanneer bij iemand het hoornvlies van een oog niet overal even dik is, heeft het gezichtsvermogen daarvan ernstig te lijden. Een dergelijke afwijking is met een bril of contactlenzen meestal niet te corrigeren, maar met de in de 19e eeuw ontwikkelde en nu vernieuwde scleralens is tachtig procent van de patiënten te helpen.
De scleralens is een hoedvormige lens, waarvan de rand op het oogwit rust en het bolle gedeelte zich voor het hoornvlies bevindt. Deze hoed wordt gevuld met een zoutoplossing van een bepaalde concentratie die het licht in dezelfde mate afbuigt als het hoornvlies.
De zoutoplossing blijft op zijn plaats doordat de rand van de scleralens exact op het oogwit aansluit. Het hoornvlies bestaat uit levende cellen, is niet doorbloed en neemt zuurstof uit de lucht op.

Door de scleralens is het hoornvlies voortdurend in contact met de zoutoplossing. Dit stelt een bepaalde eis aan de concentratie van deze zoutoplossing.
6* Aan welke eis moet de concentratie van deze zoutoplossing voldoen? Geef een verklaring voor je antwoord.

Vroeger werden deze lenzen van glas gemaakt. Vanwege gezondheidsredenen konden deze lenzen slechts korte tijd per dag gedragen worden. Nu kunnen de scleralenzen, door de introductie van nieuwe, *poreuze* kunststoffen, veel langer achter elkaar worden gedragen.
7* Welk probleem ontstaat als glazen scleralenzen gedurende een langere periode worden gedragen? Leg uit waardoor dit wordt veroorzaakt.

Scherp zien

Persoon P kijkt naar een voorwerp dat zich op 8 meter afstand van zijn ogen bevindt en daarna kijkt hij naar een voorwerp dat zich op 1 meter van zijn ogen bevindt.
8* Gaan er bij deze verandering impulsen naar het straalvormig lichaam in zijn ogen? Zo ja, neemt daardoor de spanning in de lensbandjes af of toe?
A Nee.
B Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes af.
C Ja, daardoor neemt de spanning in de lensbandjes toe.

Terwijl persoon P naar het voorwerp op 1 meter afstand van zijn ogen kijkt, verandert er iets in zijn omgeving waardoor de kringspieren van de irissen van zijn ogen zich samentrekken.
9* Welke verandering kan dat zijn geweest?

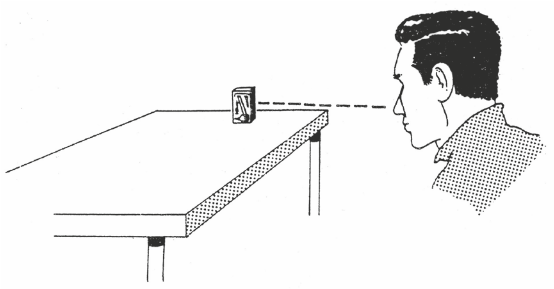
Persoon Q kan alleen voorwerpen op een afstand van ongeveer 8 meter scherp zien. Voorwerpen die dichterbij of verder weg zijn, kan hij niet scherp zien.
Q krijgt vanwege zijn beroep een bril met speciale glazen. Deze zijn zo geslepen dat de bovenste helften van de glazen de werking hebben van bolle lenzen en de onderste helften die van holle lenzen.
Persoon Q heeft zijn bril op. Hij verplaatst zijn blik van een voorwerp dat zich op 1 meter afstand bevindt en dat hij scherp ziet, naar een voorwerp op 20 meter afstand. Beide voorwerpen bevinden zich op dezelfde hoogte.

10* Welke beweging moet hij maken zodat hij het voorwerp op 20 meter afstand scherp kan zien?
A Hij moet zijn hoofd naar achteren kantelen.
B Hij moet zijn hoofd naar voren kantelen.
C Hij moet zijn oogleden neerslaan.
D Hij moet zijn ogen half dichtknijpen.

Kijken met twee ogen

Een proefpersoon kijkt met beide ogen naar een lucifersdoosje dat in het verlengde van zijn neus op een afstand van 30 cm staat (zie afbeelding 1).

afbeelding 1

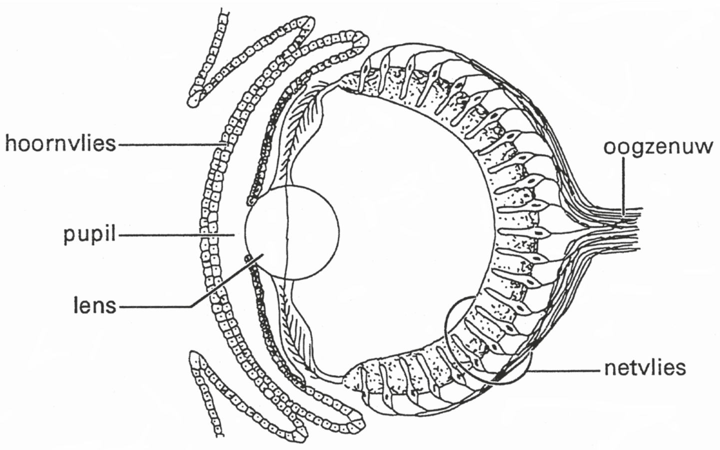


11* Is het beeld van het lucifersdoosje op het netvlies van het rechteroog hetzelfde als het beeld op het netvlies van het linkeroog?
Zo ja, wat is daarvoor de verklaring?
Zo nee, hoe komt het dan dat hij niet dubbel ziet?

- **A** Ja, het beeld is hetzelfde, want de afstand van het lucifersdoosje tot het linker en tot het rechter oog is gelijk.
- **B** Ja, het beeld is hetzelfde, want op deze korte afstand valt het beeld van het lucifersdoosje in beide ogen op de gele vlek.
- **C** Nee, het beeld is niet hetzelfde, maar hij ziet niet dubbel door processen in de grote hersenen.
- **D** Nee, het beeld is niet hetzelfde, maar hij ziet niet dubbel doordat afwisselend impulsen van het linker en van het rechteroog naar de grote hersenen gaan.

Oog van inktvis

Onderstaande afbeelding geeft schematisch een doorsnede van het oog van een inktvis weer.



Dit type oog komt in een aantal opzichten overeen met de ogen van de mens, maar er zijn ook belangrijke verschillen. Over het oog worden drie beweringen gedaan:

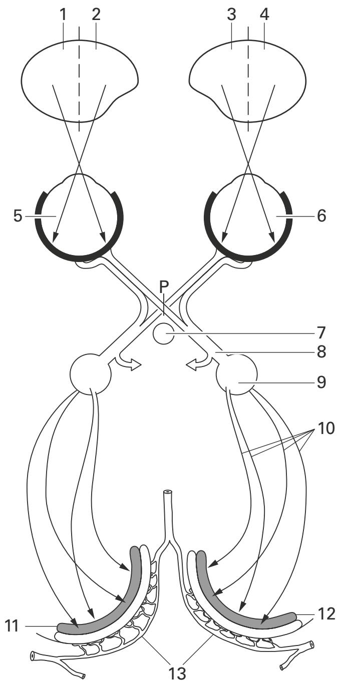
1. Bij het oog van de mens passeert het licht eerst een laag zenuwcellen en uitlopers voordat het licht op de zintuigcellen valt. Bij het oog van de inktvis is dat andersom.
2. In dit type oog is ook een blinde vlek aanwezig.
3. Omdat dit oog onder water wordt gebruikt, is de lichtbreking aan het hoornvlies minder dan bij de mens.

12* Welke bewering of welke beweringen zijn juist?

Oogzenuwen

Bij een bepaalde patiënt is de kruising van de oogzenuwen beschadigd. De hierdoor ontstane blokkade is in afbeelding 2 aangegeven met P. De gezichtsvelden van beide ogen zijn getekend. Het gezichtsveld van een oog van een mens is het deel van de omgeving dat met één oog wordt waargenomen.

afbeelding 2



Legenda:
1 de linkerhelft van het gezichtsveld van het linkeroog
2 de rechterhelft van het gezichtsveld van het linkeroog
3 de linkerhelft van het gezichtsveld van het rechteroog
4 de rechterhelft van het gezichtsveld van het rechteroog
5 linkeroog
6 rechteroog
7 hypofyse
8 zenuwbaan
9 zenuwknoop
10 zenuwbanen naar de hersenen
11 linkerdeel van de hersenschors
12 rechterdeel van de hersenschors
13 bloedvaten

Bij deze patiënt wordt het effect van deze blokkade onderzocht. Hij heeft beide ogen geopend.

13* Uit welke van de delen 1, 2, 3 en 4 van de gezichtsvelden ontvangt deze proefpersoon volgens afbeelding 2 weinig of geen informatie?

- **A** alleen uit de delen 1 en 2
- **B** alleen uit de delen 1 en 4
- **C** alleen uit de delen 2 en 3
- **D** alleen uit de delen 3 en 4
- **E** uit de delen 1, 2, 3 en 4

Hints bij hoofdstuk 15

1 Bestudeer de rechterafbeelding van informatie 1.
2 Waar zitten de zintuigcellen voor licht?
3 Een controlegroep mag slechts in één factor verschillen van de onderzoeksgroep.
4 Welk van de genoemde onderdelen is rood?
5 Wat is een prikkel voor een pupilreflex?
6 De cellen van het hoornvlies moeten hun natuurlijke grootte behouden.
7 Poreuze lenzen laten ook gassen door.
8 Lensbandjes zijn geen spieren. Door impulsen trekken spieren samen.
9 Wanneer verandert jouw iris?
10 Als je oogbol naar beneden draait, gebruik je het onderste deel van de bril.
11 Houd een boek zoals het luciferdoosje vast en breng het naar je neus toe.
12 Vergelijk met de afbeeldingen in BiNaS 87C of ScienceData 26.3.
13 Kijk vanuit P welke delen van de netvliezen geen informatie kunnen doorgeven.

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 15

Ziekte van Alzheimer

1 **C** De iris bevat een kringspier en een straalsgewijs verlopende spier die door samentrekking de pupil respectievelijk kleiner en groter maken.
De functie van de kringspier in het straalvormig lichaam is accommodatie, het scherpstellen van het beeld op het netvlies.

2 **D** Met de pupilreflex wordt de hoeveelheid licht geregeld die optimaal is voor de werking van de lichtzintuigcellen. Door verwijding valt er meer licht op het netvlies.

3 Juist niet. Mensen met syndroom van Down hebben dezelfde storing (en zullen dus vergelijkbaar op de stof reageren).
of
Men wil Alzheimer-patiënten onderscheiden van gezonde personen (en niet van mensen met het Down-syndroom).
of
Een controlegroep mag slechts in één opzicht verschillen van de onderzochte groep (in dit geval de ziekte van Alzheimer).

Flitsfoto's

4 **A** Het licht dringt het oog binnen door hoornvlies, pupil, lens, glasachtig lichaam en netvlies. Uiteindelijk wordt het door de pigmentlaag van het netvlies geabsorbeerd. Door een overmaat aan licht wordt niet alles geabsorbeerd, maar een deel wordt onmiddellijk teruggekaatst. Dit ziet rood vanwege de bloedvaten die aan de binnenkant tegen het netvlies aanliggen.

5 De pupillen worden nauwer, waardoor minder (rood) licht wordt teruggekaatst.
De pupil in de iris wordt kleiner naarmate meer licht op het netvlies valt. De extra flits vooraf veroorzaakt een vernauwing van de pupil, waardoor minder licht het oog binnenkomt. Daardoor wordt minder licht weerkaatst en daarvan komt minder rood licht door de vernauwde pupil naar buiten.

Lenzen

6 De concentratie (van de zoutoplossing) moet gelijk zijn aan de concentratie (van het cytoplasma) in de cellen / het traanvocht / het bloed.
Om te voorkomen dat er door osmose drukveranderingen in de cellen optreden.
Er kan vochtafgifte of vochtopname plaatsvinden bij de hoorncellen. De dikte van het hoornvlies verandert dan en er kan onscherpte optreden.

7 Het hoornvlies raakt geïrriteerd / sterft af door gebrek aan zuurstof.
De levende hoornvliescellen hebben zuurstof nodig die normaal voor een deel uit de lucht komt.

©ThiemeMeulenhoff

Scherp zien

8 **B** Door het straalvormig lichaam wordt de bolling van de lens geregeld en daarmee het scherpstellen (accommoderen).
Voor het dichterbij zien is sterkere lichtbreking en dus een bollere lens nodig.
Om dit te bereiken trekt de accommodatiespier in het straalvormig lichaam zich samen. De spanning in de lensbandjes tussen de spier en de lens neemt af, waardoor de lens in een bollere vorm terugveert.

9 De belichting is sterker geworden.
De iris regelt de grootte van de pupil en daarmee hoeveelheid licht die wordt doorgelaten.
De kringspier in de iris verkleint de pupil, doordat er meer licht in het oog in valt.

10 **A** Voor een voorwerp op grotere afstand is een minder bolle of zelfs holle lens nodig. Hij gebruikt hiervoor het onderste deel van zijn brillenglazen.
Let op, bij een normale combinatiebril (multifocus) zit het bollere deel om te lezen aan de onderzijde.

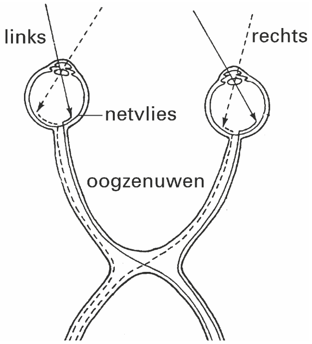
11 **C** Met linker en rechter oog ziet hij de linker en rechterkant van het doosje. Naarmate het doosje dichterbij staat wordt dat verschil groter; dieptewaarneming ontstaat door het combineren van de beelden, gevormd in beide ogen. Het beeld valt bij beide ogen op de gele vlek.

12 Beweringen 1 en 3 zijn juist. Vergelijk de afbeeldingen in BiNaS 87C2, ScienceData 26.3.
De lichtbreking is sterker naarmate het verschil in dichtheid van het medium groter is. Het verschil tussen zeewater en lichaamsvloeistof (hoornvlies inktvis) is kleiner dan tussen lucht en lichaamsvloeistof (hoornvlies mens).
Doordat de uitlopers van de zenuwcellen vanaf de zintuigcellen achter het netvlies langs naar de oogzenuw lopen, ontstaat er geen blinde vlek zoals bij de mens (BiNaS 87C2, ScienceData 26.3).

Oogzenuwen

13 **B** Door de loop van de oogzenuwen komt informatie van de rechterhelft (2 en 4) van het gezichtsveld terecht in de linker hersenhelft (11) en die uit de linker gezichtshelft (1 en 3) in de rechter hersenhelft (12). Informatie over de gezichts- helften 1 en 4 wordt naar de hersenen geleid via zenuwbanen die bij P kruisen en daar bij deze patiënt geblokkeerd zijn.

loop van de oogzenuwen



©ThiemeMeulenhoff

16 Zenuwstelsel en spieren

Blauwalgen

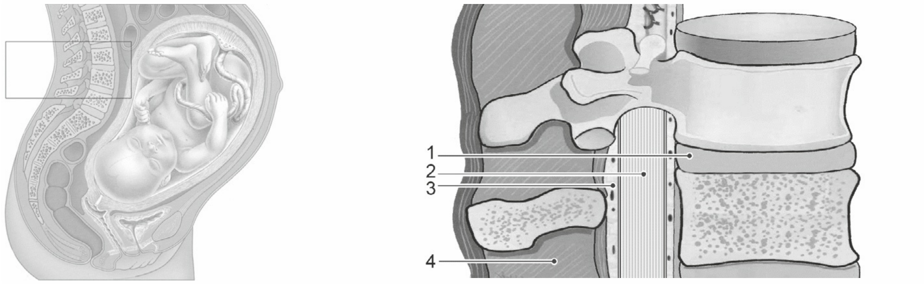
Een verhoging van de gemiddelde temperatuur op de aarde heeft geleid tot een exponentiële vermeerdering van onder andere blauwalgen. Bij blauwalgenbloei drijft er een laag drab van deze cyanobacteriën op het water. Ze produceren onder die omstandigheden vaak stoffen zoals microcystines en anatoxine, die bij opname giftig zijn voor (zwemmende) mensen en dieren. Symptomen van blauwalgenvergiftiging variëren van huiduitslag en maagdarmklachten, tot krampen en ademhalingsproblemen.
Als cyanobacteriën geen microcystines kunnen produceren wil dat nog niet zeggen dat ze onschadelijk zijn. Er zijn ook cyanobacteriën die het gevaarlijke en snelwerkende anatoxine-a maken. Deze stof activeert acetylcholinereceptoren van skeletspieren. Anatoxine-a kan echter niet worden afgebroken door acetylcholinesterase.

1
- Wat gebeurt er op celniveau wanneer anatoxine-a terechtkomt in synapsen van motorische eindplaatjes? Gebruik in je antwoord de termen depolarisatie en repolarisatie.
- Wat is het gevolg hiervan op orgaanniveau?
- Waardoor kan dit gevaarlijk zijn op organismeniveau?

Pijnbestrijding tijdens bevalling

In de regel wordt in Nederlandse ziekenhuizen bij pijnbestrijding tijdens de bevalling gekozen voor epidurale anesthesie (de ruggenprik). Dit is een vorm van plaatselijke verdoving waarbij anesthetica, stoffen die tijdelijke gevoelloosheid voor pijnprikkels veroorzaken, worden ingebracht in de epidurale ruimte die het ruggenmerg omgeeft (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



In afbeelding 1 is in de uitvergroting schematisch het ruggenmerg en de directe omgeving weergegeven.

2 Met welk nummer is de positie van de naaldpunt bij epidurale anesthesie juist aangegeven?
A 1
B 2
C 3
D 4

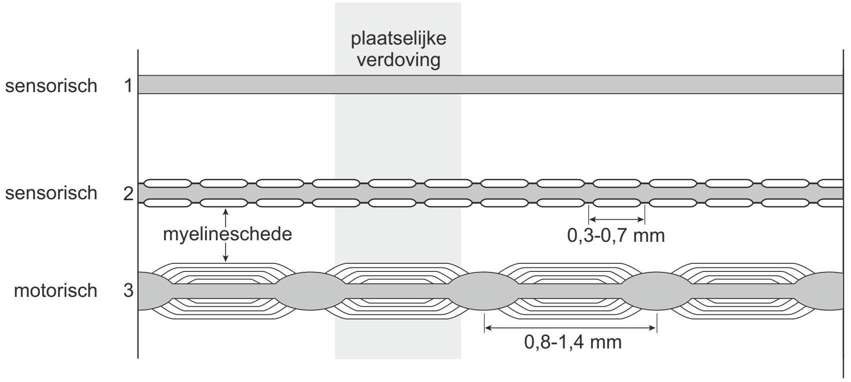
©ThiemeMeulenhoff

De anesthetica die bij plaatselijke verdoving gebruikt worden, zorgen voor de blokkade van Na^+-poorten in het celmembraan.

3 Welk proces in de neuronen wordt hierdoor als eerste voorkomen?
A depolarisatie
B hyperpolarisatie
C instandhouden van de rustpotentiaal
D repolarisatie

De inwerking van plaatselijke verdoving op uitlopers van drie verschillende typen neuronen is in afbeelding 2 schematisch weergegeven.

afbeelding 2

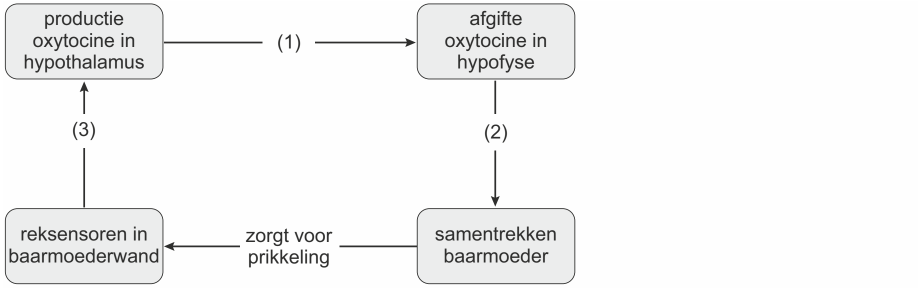


Artsen maken onderscheid tussen scherpe (snelle) en brandende (trage) pijn.

4 Welk type neuronen (zie afbeelding 2) is betrokken bij de sensatie van scherpe pijn? Noteer het nummer en licht je keuze toe.

Een zwangere vrouw die een ruggenprik tijdens de bevalling overweegt, wordt geïnformeerd door haar verloskundige dat bij epidurale pijnbestrijding mogelijk extra oxytocine moet worden toegediend tijdens de bevalling.
In afbeelding 3 is de invloed van oxytocine op het verloop van de bevalling weergegeven.

afbeelding 3



In afbeelding 3 zijn vier processen aangegeven die elkaar beïnvloeden. Op drie plaatsen is deze beïnvloeding met een cijfer aangeduid.

5 Waar vindt de beïnvloeding plaats via neuronen?
A alleen bij 1 en 2
B alleen bij 1 en 3
C alleen bij 2 en 3
D bij 1, 2 en 3

Terwijl epidurale anesthesie alleen in het ziekenhuis kan plaatsvinden, zou pijnbestrijding met behulp van lachgas wellicht ook bij een thuisbevalling kunnen worden ingezet. Lachgas wordt met behulp van een masker over de neus en mond toegediend.
Lachgas wordt 30 seconden voor het begin van de wee ingeademd om tijdens de wee een lichte verdoving te veroorzaken. De vertraging van 30 seconden heeft te maken met de plaats van toediening en plaats van werking van de narcose.

6 Langs welke weg bereikt lachgas, na inademing, de hersenen? En in welk deel van de hersenen vindt de ‘verdoving’ plaats?

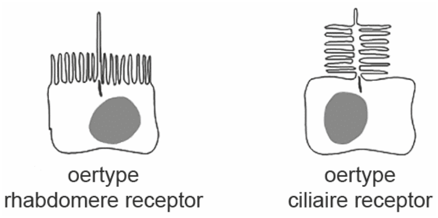
	deel of delen van de bloedsomloop	deel van de hersenen
A	alleen de kleine bloedsomloop	grote hersenen
B	alleen de kleine bloedsomloop	hersenstam
C	alleen de grote bloedsomloop	grote hersenen
D	alleen de grote bloedsomloop	hersenstam
E	de kleine en grote bloedsomloop	grote hersenen
F	de kleine en grote bloedsomloop	hersenstam

Evolutie van lichtreceptoren

Er zijn grote verschillen in de bouw en werking van ogen van ongewervelde en gewervelde dieren. Onderzoek naar overeenkomsten en verschillen tussen lichtreceptoren (lichtzintuigcellen) werpt een licht op de evolutionaire ontwikkeling ervan.

Lichtreceptoren vangen licht (fotonen) op met behulp van pigmenten in geplooide membranen. Deze prikkels worden in het zenuwstelsel omgezet in impulsen.
Er zijn twee oertypen lichtreceptoren: rhabdomere en ciliaire receptoren (zie afbeelding 4).
De rhabdomere receptoren lijken kenmerkend voor ongewervelden, de ciliaire voor gewervelden.

afbeelding 4



Lichtreceptoren hebben grote overeenkomsten met zenuwcellen.
Zo zijn ze negatief geladen ten opzichte van het omringende milieu en is de intracellulaire Na^+-concentratie lager dan in het omringende milieu.
Lichtprikkels leiden tot een verandering van de membraanpotentiaal in lichtreceptoren.
In rhabdomere receptoren openen daardoor de Na^+-kanalen. In ciliaire receptoren, zoals de staafjes in ons netvlies, leidt dit juist tot het sluiten van Na^+-kanalen.

2p **7** Zijn belichte staafjes negatiever geladen of minder negatief geladen dan staafjes in het donker? En vindt bij staafjes in het licht depolarisatie of hyperpolarisatie plaats?

	Belichte staafjes zijn:	Depolarisatie of hyperpolarisatie?
A	negatiever geladen	depolarisatie
B	negatiever geladen	hyperpolarisatie
C	minder negatief geladen	depolarisatie
D	minder negatief geladen	hyperpolarisatie

Het handhaven van een rustpotentiaal kost energie en gebeurt in ciliaire en rhabdomere receptoren op gelijke wijze.

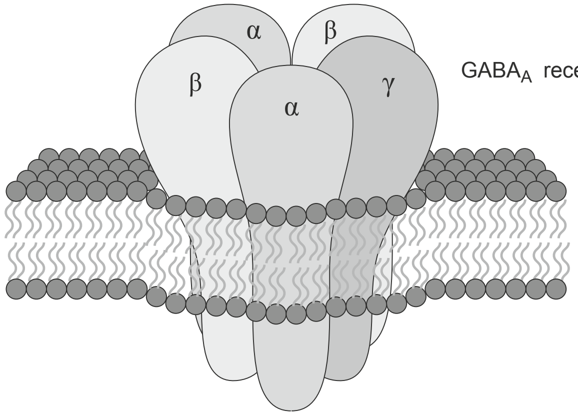
1p **8** Welk membraaneiwit verbruikt veel energie bij het handhaven van een rustpotentiaal?

Benzodiazepinen

Uit gezondheidsoverwegingen wordt in Nederland geprobeerd het gebruik van bepaalde kalmerende middelen, de benzodiazepinen, terug te dringen door ze niet meer te vergoeden via de zorgverzekering. Probleem is dat bij langdurig gebruik van benzodiazepinen, zoals valium, gewenning en zelfs verslaving optreden.

Een $GABA_A$-receptor bestaat uit vijf verschillende eiwitketens. Er zijn twee bindingsplaatsen voor GABA en er is een aparte bindingsplaats voor benzodiazepinen.
In afbeelding 5 is de receptor schematisch weergegeven.

afbeelding 5



Door de binding van GABA aan de receptor wordt de centraal gelegen opening wijder, waarna selectief Cl^--ionen kunnen passeren. Binding van benzodiazepinen aan de receptor leidt niet tot het wijder worden van de centrale opening, maar leidt er wel toe dat bij dezelfde GABA-concentratie meer Cl^--ionen doorgelaten worden.

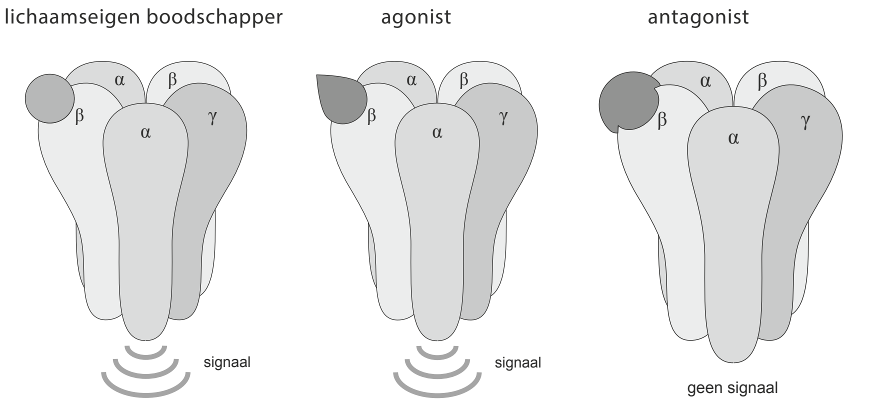
GABA is een remmende neurotransmitter in het centrale zenuwstelsel. Als GABA bindt aan $GABA_A$-receptoren in het membraan van een neuron, verplaatsen Cl^--ionen zich door het celmembraan.

9 In welke richting gaat de netto verplaatsing van Cl^--ionen? En welk effect heeft dit op het potentiaalverschil over het membraan?

	richting Cl^--transport	effect op potentiaalverschil
A	naar buiten	potentiaalverschil wordt kleiner
B	naar buiten	potentiaalverschil wordt groter
C	naar binnen	potentiaalverschil wordt kleiner
D	naar binnen	potentiaalverschil wordt groter

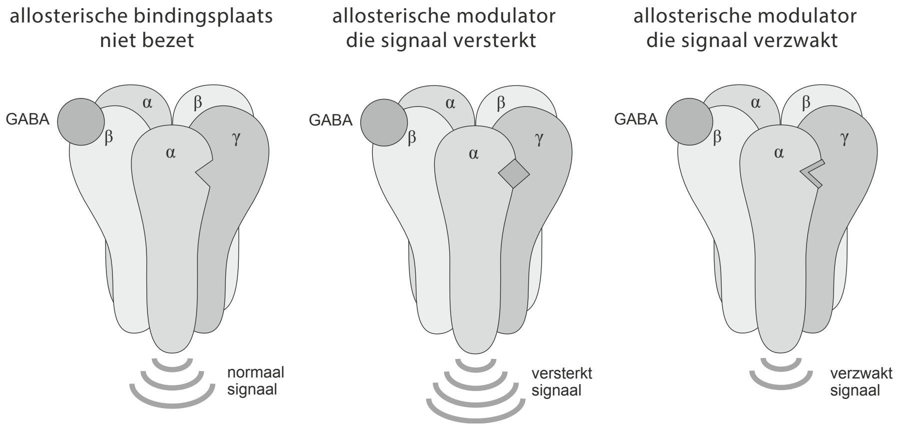
De werking van benzodiazepinen verschilt van die van klassieke kalmerende middelen doordat benzodiazepinen op een andere plek aan de receptor binden.
Wanneer lichaamseigen boodschappermoleculen binden aan de actieve bindingsplaats van een membraanreceptor, volgt doorgaans een signaal in de cel. Andere stoffen die aan deze actieve plaats binden en ook dit signaal veroorzaken, worden agonisten genoemd. Middelen die aan de actieve bindingsplaats hechten, en de signaaloverdracht blokkeren, heten antagonisten (zie afbeelding 6).

afbeelding 6



Middelen die niet aan de actieve bindingsplaats maar elders hechten, kunnen het signaal versterken of verzwakken. Deze stoffen worden allosterische modulatoren genoemd (zie afbeelding 7).

afbeelding 7



Klassieke kalmerende middelen zijn veelal agonisten.
Benzodiazepinen horen bij de groep versterkende modulatoren.

Stoffen die de effectiviteit van neurotransmitters beïnvloeden, zijn geneesmiddelen die alleen op recept verkrijgbaar zijn. Voor een goede dosering is advies van een arts nodig.
Allosterische modulatoren blijken in geval van een overdosering minder gevaarlijk te zijn dan de meeste agonisten of antagonisten.

10 Geef hiervoor een verklaring.

In de loop van de evolutie zijn door het optreden van mutaties verschillende varianten ontstaan van receptoren die reageren op dezelfde signaalmoleculen.

11 Leg uit dat er tussen deze receptoren meer variatie te verwachten is in bindingsplaatsen voor allosterische modulatoren, dan in de bindingsplaatsen van agonisten en antagonisten.

Bij langdurig gebruik van benzodiazepinen is een hogere dosis nodig voor hetzelfde effect. Deze gewenning kan toegeschreven worden aan veranderingen in en rondom neuronen. Drie veranderingen zijn:

1 Toename van het aantal $GABA_A$-receptoren in het presynaptische neuron;
2 Afname van het aantal $GABA_A$-receptoren in het postsynaptische neuron.
3 Toename van het aantal GABA-transporteiwitten in het presynaptische neuron voor heropname van GABA.

12 Welke van deze veranderingen kan of welke kunnen een verklaring zijn voor de gewenning aan benzodiazepinen?

A alleen 1
B alleen 2
C alleen 3
D zowel 1 als 2
E zowel 1 als 3
F zowel 2 als 3

Ook al zijn ze veiliger bij overdosering, benzodiazepinen zijn medicijnen met een kalmerende en slaapbevorderende werking, die in het dagelijks leven tot problemen kunnen leiden. De overheid in New York probeert daarom het gebruik van benzodiazepinen terug te dringen.
Een van de problemen is het mogelijk verhoogd risico op het oplopen van botbreuken door een ongeval binnen- of buitenshuis.

13 Verklaar het verhoogd risico op een ongeval aan de hand van het effect van benzodiazepinen op twee delen van het centrale zenuwstelsel.

Hooikoorts

Een hooikoortsaanval gaat vaak gepaard met niesbuien. Het niezen is een reflex die volgt op prikkeling van het neusslijmvlies.

14 Welk deel van het centrale zenuwstelsel maakt deel uit van deze reflexboog? Welke spieren trekken samen bij het uitniezen?

	centrale zenuwstelsel	spieren
A	het verlengde merg	bepaalde tussenribspieren
B	het verlengde merg	de middenrifspieren
C	reukcentrum in grote hersenen	bepaalde tussenribspieren
D	reukcentrum in grote hersenen	de middenrifspieren

Hints bij hoofdstuk 16

1 Wat is de functie van acetylcholinesterase?
2 De epidurale ruimte omgeeft het ruggenmerg.
3 Zoek de gebruikte termen op in BiNaS 88F of ScienceData 25.2.
4 Snelle signalen worden doorgegeven door zenuwvezels met een myelineschede.
5 Oxytocine is een hormoon. Zie ook BiNaS 89C of ScienceData 28.3,5.
6 Lachgas volgt dezelfde weg als zuurstof.
7 Hyper betekent meer of extra.
8 Deeltjes worden door membranen verplaatst met enzympompen.
9 GABA is een remmende neurotransmitter: remt de vorming van een actiepotentiaal.
10 Een modulator stuurt bij; een antagonist kan een proces stopzetten.
11 Natuurlijke selectie ruimt niet-functionerende systemen op.
12 Een presynaptische membraan bevat geen receptoren voor de eigen transmitters.
13 Welke delen van het CZS zijn betrokken bij lopen?
14 Wat gebeurt er met de longen bij het samentrekken van de middenrifspieren?

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 16

Blauwalgen

1 – Er ontstaat wel depolarisatie in de spiervezel, maar geen repolarisatie (doordat de neurotransmitter niet wordt afgebroken).
– Daardoor blijven spieren samengetrokken.
Voorbeelden van gevaarlijke gevolgen:
– Het kan leiden tot ademnood als het de ademhalingsspieren betreft.
– Uitputting door stuiptrekkingen / algehele verkramping.

Pijnbestrijding tijdens bevalling

2 **C** In de tekst is aangegeven dat de epidurale ruimte het ruggenmerg omgeeft.
1 geeft een tussenwervelschijf aan.
2 geeft het ruggenmerg aan.
4 geeft spierweefsel tussen de doornuitsteeksels van twee wervels aan.

3 **A** Depolarisatie ontstaat door Na^+influx via de Na^+poorten; hierop volgt repolarisatie door K^+efflux via de K^+poorten. (BiNaS 88F; ScienceData 25.2).
Hyperpolarisatie ontstaat juist door Na+efflux.
De rustpotentiaal wordt in stand gehouden door de Na+/K+-pomp die zorgt dat naar binnen gediffundeerde Na+ionen naar buiten worden gepompt; naar buiten gediffundeerde K+ionen worden naar binnen gepompt.
Als de Na+poorten worden geblokkeerd kan geen depolarisatie plaatsvinden en geen (pijn) signaal naar de hersenen worden doorgegeven.
Repolarisatie kan pas plaatsvinden na depolarisatie.

4 Neuron type 2; het betreft een (sensorisch) neuron waarlangs sprongsgewijze impulsgeleiding plaatsvindt / waarlangs een myelineschede aanwezig is.
Neuronen met een myelineschede geleiden impulsen sneller.
Een motorisch neuron begint niet een bij zintuigcel, maar loopt van het centraal zenuwstelsel naar een spier of een klier.

5 **B** Oxytocine is een neurohormoon; het wordt geproduceerd in neuronen die lopen van de hypothalamus naar de hypofyse waar ze worden afgegeven aan het bloed (BiNaS 89A,C; ScienceData 28.3,5).
Reksensoren in de baarmoederwand geven impulsen af aan sensorische neuronen die ze doorgeven aan schakelcellen in het ruggenmerg; de schakelcellen leiden de impulsen naar de hersenen.
De door de hypofyse afgegeven oxytocine gaat met het bloed naar de baarmoederwand.

6 **E (+ F)** Na inademing komt het lachgas in de longhaarvaten van de kleine bloedsomloop. Via de linker harthelft komt het in de aorta (grote bloedsomloop) en stroomt het verder door de halsslagaders naar de grote hersenen en hersenstam.
De primaire sensorische schors (BiNaS 88C3; ScienceData 27.4) in de grote hersenen zorgt voor de bewustwording van informatie die via de gevoelszenuwen uit het hele lichaam komen; alle zenuwen die via de hersenstam naar de grote hersenen gaan, komen ook onder invloed van het lachgas (vandaar ook F juist). Lachgas heeft een nog niet geheel begrepen effect op synapsen en op het ionen-transport door celmembranen.

©ThiemeMeulenhoff

Evolutie van lichtreceptoren

7 **B** Bij ciliaire receptoren is de terugvorming afhankelijk van hulpcellen waarin enzymen mogelijk een beperkende factor worden bij fel licht.
Bij rhabdomere receptoren is ook de terugvorming afhankelijk van licht en zal bij fel licht ook toenemen. Juist door de snelle regeneratie zullen er bij rhabdomere receptoren niet meer opsines nodig zijn voor een gelijke prikkelwaarneming.

8 Na/K-ATPase / de natrium-kaliumpomp / (minder juist: 'pompenzym')
Binas 88E, ScienceData 14.5

Benzodiazepinen

9 **D** GABA is een remmende neurotransmitter, dus daardoor ontstaat hyperpolarisatie. (BiNaS 88F5, hier is Cl^- niet aangegeven, ScienceData 25.2). Bij hyperpolarisatie wordt de rustpotentiaal (BiNaS 88D, ScienceData 25.2) groter, dus er gaan meer negatieve Cl^--ionen naar de negatief geladen binnenkant van de cel.

10 Een overdosering aan agonisten of antagonisten leidt tot overmatige/ongecontroleerde stimulering of remming van een receptor (en dus van de reactie op het signaal), terwijl een overdosering bij allosterische modulatoren een versterkende of verzwakkende werking heeft op de natuurlijke reactie van de receptor op een impuls (en dat is minder gevaarlijk).
GABA zorgt voor hyperpolarisatie, doordat meer Cl^- de cel in gaat (blijkt uit de tekst onder afbeelding 5), hetgeen betekent dat er minder vaak een impuls de cel verlaat. Dus met het woord signaal bij afbeelding 6 wordt kennelijk extra opname van Cl^- bedoeld (waardoor hyperpolarisatie kan ontstaan). Het ligt aan hoeveel stimulerende synapsen die op de postsynaptische cel een signaal afgeven voor depolarisatie, naast het aantal remmende synapsen die een signaal afgeven voor hyperpolarisatie, welke reactie in de postsynaptische cel optreedt.

11 Bij veranderingen in bindingsplaatsen van allosterische modulatoren kunnen de receptoren nog steeds functioneren (waardoor invloeden op de overlevingskansen gering kunnen zijn); daardoor kunnen deze veranderingen vaker voorkomen.
Een verandering in de bindingsplaats van agonisten of antagonisten zou direct kunnen leiden tot niet-functionele receptoren (en daardoor tot verlaagde overlevingskansen); die verandering zal daarom zelden voorkomen.

12 **F** Als er minder $GABA_A$-receptoren in het postsynaptisch membraan aanwezig zijn, kan er minder transport van ionen plaatsvinden waardoor het langer duurt voor maximale hyperpolarisatie (maximale signaalwerking) bereikt wordt.
Benzodiazepinen versterken de werking van GABA, dus als er minder GABA aanwezig is in de synaptische spleet door een verhoogde heropname in het presynaptische neuron, dan zal een hogere concentratie benzodiazepine het effect van de verhoogde heropname deels te niet doen.
Een zenuwcel heeft geen receptoren voor de eigen neurotransmitter ($GABA_A$).

©ThiemeMeulenhoff

13 *Voorbeelden van een juist verband aan de hand van een deel van het centrale zenuwstelsel, waarvan je er twee moet geven:*
- Door de dempende werking op de grote hersenen is de verwerking van signalen afkomstig van de zintuigen minder goed dan normaal.
- Doordat de sensorische schors minder goed werkt, kan iemand minder goed zien wat er om hem of haar heen gebeurt.
- Als de kleine hersenen trager werken, worden bewegingen niet goed gecoördineerd en kan iemand sneller struikelen.

Hooikoorts

14 **A** Reflexen van hoofd en hals verlopen via het verlengde merg.
Niezen is een vorm van uitademen; dat kan door het plotseling samentrekken van de binnenste tussenribspieren en de buikspieren.
Middenrifspieren trekken het middenrif omlaag, waardoor de longen in volume toenemen en lucht via neus (en mond) binnenstroomt.
Bewuste bewegingen verlopen via motorische centra in de grote hersenen.

©ThiemeMeulenhoff

17 Hormonale regeling

Hormonen en vruchtbaarheid

Wanneer een vrouw in de menopauze komt, houden de maandelijkse ovulaties op doordat er geen of bijna geen follikels meer in de eierstokken aanwezig zijn. De menopauze gaat vaak gepaard met klachten. Naast lichamelijke klachten, kunnen dit ook psychische klachten zijn, zoals een depressief gevoel. Deze klachten hangen samen met de daling van de concentratie oestradiol (ook wel oestrogeen genoemd).

tekst 1

Door onderzoek bij ratten weten hersenonderzoekers nu meer over de heilzame werking van oestrogeen. Het hormoon blijkt de geestelijke gesteldheid niet direct te beïnvloeden, maar indirect via een andere onmisbare stof: serotonine.
In de hersenen werkt serotonine als neurotransmitter, een chemische boodschapper die een rol speelt bij de impulsoverdracht tussen zenuwcellen. Daarbij hecht serotonine zich aan zogenaamde serotonine-receptoren. Als er onvoldoende serotonine in de hersenen kan aanhechten aan de receptoren, kunnen verschillende mankementen optreden.
Bij gebrek aan oestrogeen blijken er minder van die receptoren aanwezig te zijn. Kennelijk stimuleert het hormoon oestrogeen de vorming van deze serotonine-receptoren. Dat gebeurt bij ratten vooral in bepaalde hersengebieden. In vergelijkbare hersengebieden bij de mens blijken de emotionele en mentale functies te zijn geconcentreerd.
Verder lijkt oestrogeen ook een gen te activeren waardoor een stof gevormd wordt die het serotonine transporteert.

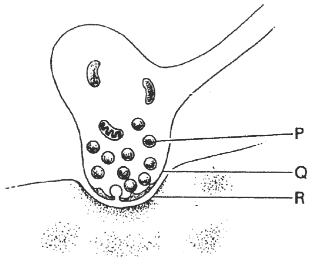
naar: Trouw, 2 oktober 1996

In tekst 1 worden twee wegen aangegeven waarlangs oestrogeen de werking van serotonine in de hersenen zou beïnvloeden. Dit kan in een schema worden weergegeven.

1 Geef een schema van de hormonale werking met daarin vijf namen en vier pijlen. Kies er vijf uit de volgende zes: gen, ovaria, serotonine, serotonine-receptor, stof voor serotonine-transport, oestradiol.

In afbeelding 1 is schematisch een synaps weergegeven, waarin serotonine de functie van neurotransmitter heeft.

afbeelding 1



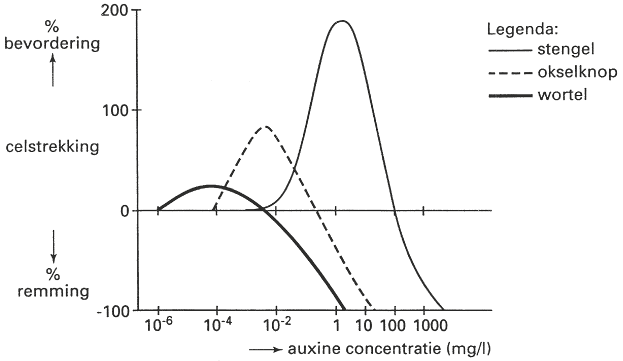
2 Op welke plaats of plaatsen bevinden zich serotonine-receptoren?
A alleen op plaats P
B alleen op plaats Q
C alleen op plaats R
D op de plaatsen P en Q
E op de plaatsen P en R
F op de plaatsen Q en R

©ThiemeMeulenhoff

Groei bij planten

De groei van planten wordt gestimuleerd door groeistoffen zoals auxine.
Auxine bevordert de celstrekking.
Auxine wordt vooral gevormd in de stengeltopmeristemen en van daaruit getransporteerd naar andere delen van de plant. De gevoeligheid van verschillende delen van de plant voor auxine is niet dezelfde. In afbeelding 2 is deze gevoeligheid voor auxine van stengel, okselknop en wortel weergegeven.

afbeelding 2

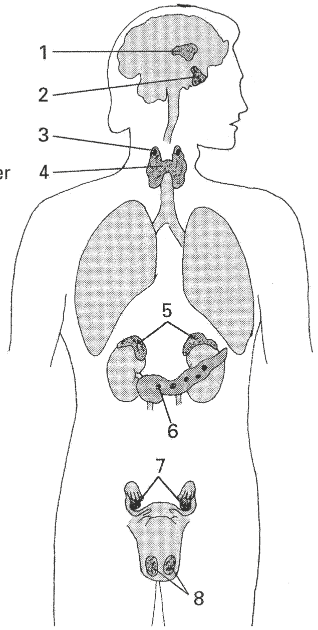


In een bepaalde plant wordt de auxineconcentratie gemeten. Deze blijkt 1 mg/L te zijn. Vervolgens worden van deze plant de stengeltopmeristemen verwijderd.

3 Leg uit, met gebruikmaking van de informatie in afbeelding 2, wat daarvan het effect is op de okselknoppen.

informatie 1 **ligging van belangrijkste hormoonklieren**

Legenda:
1. hypothalamus
2. hypofyse
3. bijschildklier
4. schildklier
5. bijnierschors/bijniermerg
6. eilandjes van Langerhans in alvleesklier
7. ovaria
8. testes

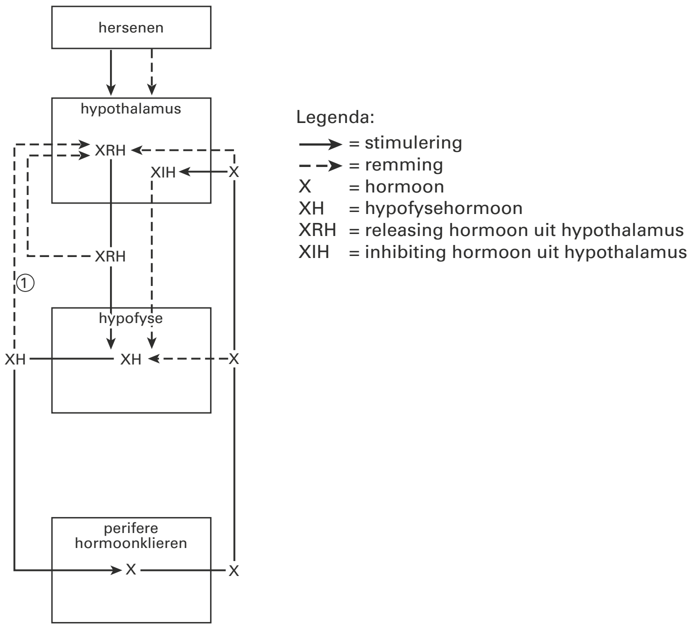


©ThiemeMeulenhoff

Regeling

Afbeelding 3 geeft een theoretisch model weer van de regulatie van de secretie van hormonen.

afbeelding 3



bron: R.M. Berne & M.N. Levy, Physiology, St. Louis, 1993, 900

Bij de volgende vragen kun je informatie 1 gebruiken.

4 Noem twee perifere hormoonklieren waarvan de regulatie van de activiteit in overeenstemming met de gegevens in dit schema plaatsvindt.

Op een bepaald moment is het XH-gehalte van het bloed verhoogd. Route 1 kan een bijdrage leveren aan het weer normaal worden van het XH-gehalte in het bloed.

5 Beschrijf in de juiste volgorde de gebeurtenissen die via route 1 leiden tot een normaal XH-gehalte van het bloed. Begin je beschrijving bij de invloed van XH op de hypothalamus.

Adrenaline

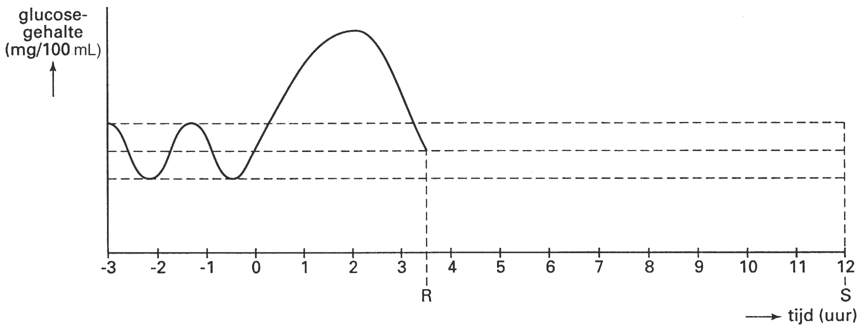
6 – Welke reactie treedt op wanneer hartspiercellen in het hart worden blootgesteld aan adrenaline?
– Wat is de functie van deze reactie van de hartspiercellen voor het lichaam?

©ThiemeMeulenhoff

Glucosegehalte

In een onderzoek wordt bij een proefpersoon in rust het verloop van het glucosegehalte van zijn bloed bepaald voor en na het nuttigen van een koolhydraatrijke maaltijd. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 4. Tijdstip 0 is het tijdstip waarop hij deze maaltijd heeft beëindigd. Hij eet niet meer tot tijdstip S.

afbeelding 4



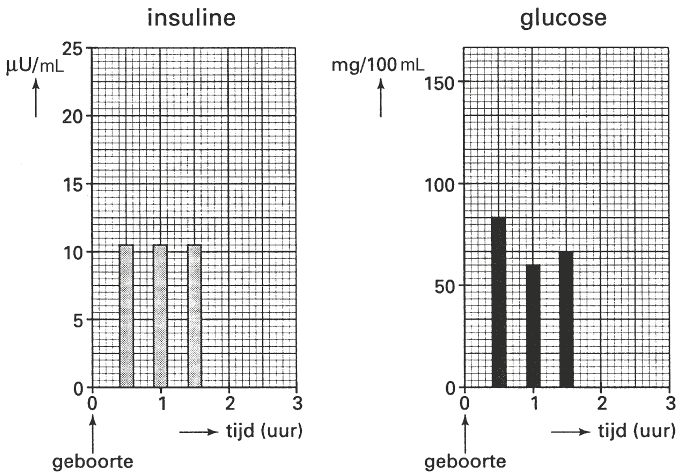
7 Teken in afbeelding 4 het verdere verloop van de grafiek in het traject R-S.

Het glucosegehalte in traject R-S wordt geregeld door insuline en glucagon.

8 Hoe veranderen de concentraties van deze hormonen in de eerste twee uur na tijdstip R?

Bij een baby worden gedurende de eerste uren na de geboorte het glucosegehalte en het insulinegehalte van het bloed bepaald. De baby krijgt gedurende deze tijd nog geen voeding. Enkele resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 5.

afbeelding 5

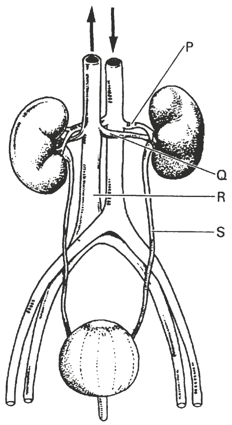


©ThiemeMeulenhoff

Vier leerlingen geven een verklaring voor de daling van het glucosegehalte van het bloed zoals die in afbeelding 5 is weergegeven.
Leerling 1 zegt: 'Het glucosegehalte daalt doordat de glucose-aanvoer uit de placenta ophoudt.'
Leerling 2 zegt: 'Het glucosegehalte daalt doordat in de lever nog te weinig glycogeen is gevormd.'
Leerling 3 zegt: 'Het glucosegehalte daalt doordat de productie van adrenaline nog niet op gang is gekomen.'
Leerling 4 zegt: 'Het glucosegehalte daalt doordat het energieverbruik van de baby na de geboorte stijgt.'

9 Welke van deze leerlingen geeft of welke geven een verklaring waarin één of meer juiste oorzaken voor de daling van het glucosegehalte van het bloed zijn genoemd?
A alleen leerling 2
B alleen leerling 4
C alleen de leerlingen 1 en 4
D alleen de leerlingen 2 en 3
E alleen de leerlingen 1, 3 en 4
F de leerlingen 1, 2, 3 en 4

afbeelding 6



In afbeelding 6 zijn de nieren van de mens schematisch weergegeven met aan- en afvoerende vaten.
Vier plaatsen zijn aangeduid met P, Q, R en S.
Bij een persoon wordt de gemiddelde glucoseconcentratie op de aangegeven plaatsen vergeleken.

10 Tussen welke twee plaatsen is het verschil in glucoseconcentratie het grootst?
A tussen de plaatsen P en Q
B tussen de plaatsen P en R
C tussen de plaatsen P en S
D tussen de plaatsen Q en R
E tussen de plaatsen R en S

Een bloedtransfusie voor je hond

Sophia belde in paniek haar dierenarts. Haar hond Max, een levendige boxer (zie afbeelding 7), was plotseling in elkaar gezakt en kwam niet meer overeind. Dierenarts Yin onderzocht het bloed van de hond en daaruit bleek dat Max acute hemolytische anemie had, een vorm van bloedarmoede. De oorzaak was een zakje gedroogde uien dat Max een paar dagen daarvoor had leeggegeten. Uien bevatten stoffen die bij honden de rode bloedcellen beschadigen.

afbeelding 7

Om anemie te verhelpen wordt vaak het hormoon EPO toegediend.

11 – Hoe verhelpt EPO anemie?
– In welk weefsel bevinden zich de doelwitcellen van dit hormoon?

Voortplantingsgedrag

afbeelding 8

Afbeelding 8 geeft een kanarie weer.
Over het voortplantingsgedrag bij vrouwtjeskanaries is het volgende bekend:
1 het voortplantingsgedrag is het gevolg van de toename van de daglengte,
2 het optreden van het voortplantingsgedrag wordt gestimuleerd door de aanwezigheid van mannetjes,
3 het voortplantingsgedrag kan worden opgewekt door het injecteren van gonadotrope hormonen (FSH en LH).

12 Wordt de daglengteverandering *geregistreerd* door het centrale zenuwstelsel, door de hypofyse of door de ogen?
A door het centrale zenuwstelsel
B door de hypofyse
C door de ogen

Ga ervan uit dat bij de kanarie dezelfde hormonen worden gevormd als bij de mens, zodat je informatie 1 kunt gebruiken (zie enige bladzijden hiervoor). Neem aan dat het voortplantingsgedrag direct afhankelijk is van de activiteit van de ovaria.

13 Teken een terugkoppelingsschema dat de regulatie van het voortplantingsgedrag bij een vrouwelijke kanarie weergeeft. Geef in het schema een plaats aan:
– de hypothalamus
– hormonen uit de hypothalamus
– de hypofyse
– oestrogenen
– progesteron
– de ovaria
– FSH
– LH
– voortplantingsgedrag.

Hooikoorts

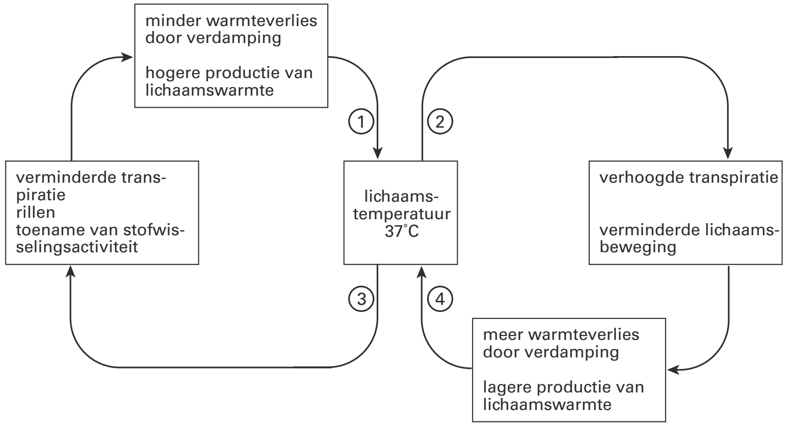
Hooikoorts is een allergische reactie op stuifmeelkorrels (pollen) van bepaalde planten. Mensen met een genetische aanleg daarvoor kunnen een allergie ontwikkelen tegen pollen.
Een effectief middel tegen de allergische reactie is een neusspray met corticosteroïde, een chemische variant van een bijnierschorshormoon. Dit middel kan plaatselijk de immuunrespons langdurig onderdrukken doordat het de expressie van bepaalde genen in doelwitcellen beïnvloedt.

14 – Bevindt de receptor voor het corticosteroïde zich in het cytoplasma of op het celmembraan van de doelwitcel?
– Wordt vervolgens de expressie van genen in de celkern beïnvloed door het hormoonreceptorcomplex, of door een of meer biochemische omzettingen (second messengers)?

Regelmechanismen

In afbeelding 9 is de regulatie van de lichaamstemperatuur weergegeven.
Bij de regulatie van de lichaamstemperatuur verandert de stofwisselingsactiviteit.
De stofwisselingsactiviteit staat onder invloed van het hormoon thyroxine.

afbeelding 9



15 Welke twee van de pijlen 1, 2, 3 en 4 in afbeelding 9 geven aan dat de lichaamstemperatuur zal stijgen tot 37 °C?
En welke twee van de pijlen 1, 2, 3 en 4 in afbeelding 9 geven aan dat de lichaamstemperatuur zal dalen tot 37 °C?

De thyroxineconcentratie wordt via een negatieve terugkoppeling aangepast aan de omstandigheden. Hierbij zijn de mate van afgifte van het schildklierstimulerend hormoon (TSH) door de hypofyse en van de TSH-releasing factor door de hypothalamus van belang.

16 Welke gebeurtenissen doen zich achtereenvolgens voor om de lichaamstemperatuur van 37 °C te herstellen wanneer de lichaamstemperatuur daalt?

- **A** Het stofwisselingsniveau daalt – de thyroxineconcentratie van het bloed stijgt – de afgifte van TSH-releasing factor stijgt – de TSH-concentratie van het bloed daalt – de thyroxineconcentratie van het bloed stijgt.
- **B** De afgifte van TSH-releasing factor stijgt – de TSH-concentratie van het bloed stijgt – de thyroxineconcentratie van het bloed stijgt – het stofwisselingsniveau stijgt.
- **C** De thyroxineconcentratie van het bloed daalt – het stofwisselingsniveau daalt – de afgifte van TSH-releasing factor daalt – de TSH-concentratie van het bloed daalt – de thyroxineconcentratie van het bloed daalt.
- **D** De TSH-concentratie van het bloed stijgt – de thyroxineconcentratie van het bloed stijgt – het stofwisselingsniveau stijgt – de afgifte van TSH-releasing factor stijgt.

Bij sommige schildklierafwijkingen bij de mens produceert de schildklier te weinig thyroxine (= hypothyreoïdie), bij andere afwijkingen produceert de schildklier teveel thyroxine (= hyperthyreoïdie). Thyroxine bevat het element jood.
Bij drie personen wordt de werking van de schildklier onderzocht.
Persoon 1 heeft hypothyreoïdie, die niet wordt veroorzaakt door joodgebrek.
Persoon 2 heeft een normaal werkende schildklier.
Persoon 3 heeft hyperthyreoïdie.

Bij dit onderzoek wordt de schildklieractiviteit bepaald met behulp van radio-actief jodide (^{131}I). Na het drinken van een oplossing met radio-actief jodide (tijdstip 0) wordt gedurende 48 uur het percentage radio-actief jodide in het thyroxine bepaald. Tevens wordt bepaald welk percentage van het toegediende ^{131}I in de urine terechtgekomen is. De resultaten van deze bepalingen zijn weergegeven in diagrammen 1 en 2 in afbeelding 10.

afbeelding 10

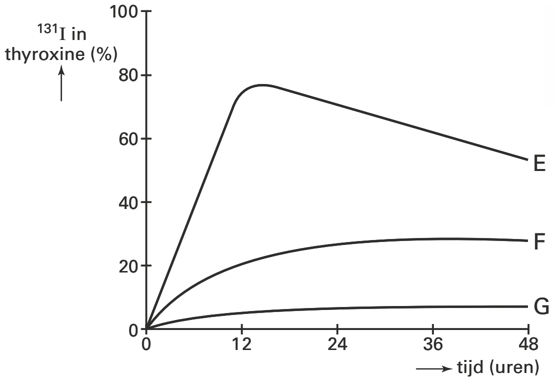


diagram 1

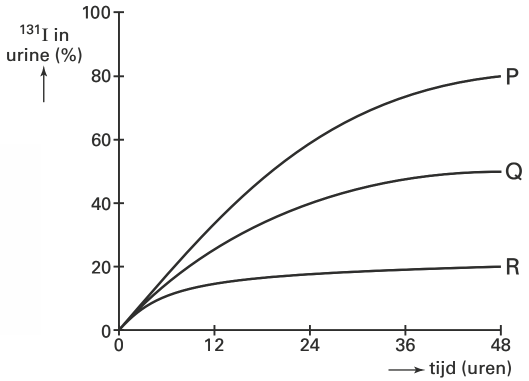


diagram 2

Grafiek F in diagram 1 en grafiek Q in diagram 2 zijn de resultaten van de metingen bij persoon 2.

17 Welke grafieken geven de metingen bij persoon 1 weer?

- **A** de grafieken E en P
- **B** de grafieken E en R
- **C** de grafieken G en P
- **D** de grafieken G en R

Hints bij hoofdstuk 17

1 Oestrogeen doet twee dingen.

2 Neurotransmitters moeten terechtkomen op de volgende cel.

3 De curve voor de okselknop ligt links van die van de stengel.

4 Controleer je antwoord met behulp van BiNaS 89A of ScienceData 28.5,6.

5 Bij stimulering en remming is sprake van een regelkring met negatieve terugkoppeling.

6 Zoek de werking van adrenaline op in BiNaS 89A. De werking van adrenaline komt overeen met die van het sympathisch zenuwstelsel.

7 Let op de veranderingen in het glucosegehalte vóór het eten.

8 Waardoor wordt de insuline-productie ‘aangezet’?

9 Waar komt bij een ongeboren baby de glucose vandaan, waaraan een voortdurende behoefte is?

10 Het zijn niet allemaal bloedvaten die aangegeven zijn met de letters.

11 Zoek de werking van EPO op in BiNaS of ScienceData.

12 Er staat ‘registreren’ en niet ‘waarnemen’.

13 Zie ook afbeelding 3.

14 Het betreft een steroïdhormoon; zie BiNaS 89B of ScienceData 28.1.

15 Kies de processen die de lichaamstemperatuur laten stijgen bij de eerste vraag.

16 Wat staat bovenaan in de aansturing van thyroxine?

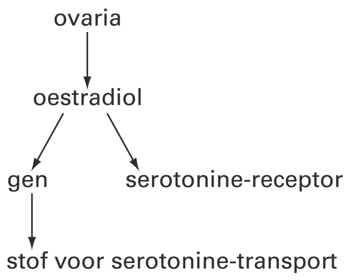
17 Hypo betekent te weinig, hyper betekent te veel. Wat blijft over?

©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij hoofdstuk 17

Hormonen en vruchtbaarheid

1



BiNaS 89A, ScienceData 28.6

2 **C** Serotonine werkt als neurotransmitter. Transmitterstof wordt door blaasjes (P) vervoerd naar de synapsknopjes aan de uiteinden van zenuwceluitlopers.
Door versmelting met het presynaptisch membraan Q wordt de transmitterstof afgegeven en beïnvloedt receptoren op het postsynaptisch membraan R van een andere zenuwcel aan de andere zijde van de synapsspleet.

Groei bij planten

3 *De uitleg is tweeledig:*
Door het wegnemen van de stengeltopmeristemen daalt de concentratie auxine in de plant (en dus ook in de okselknoppen).
Bij een lagere auxineconcentratie wordt de celstrekking van cellen in de okselknoppen bevorderd (en gaan de okselknoppen uitlopen).

Regeling

4 *Te noemen hormoonklieren zijn:*
- schildklier (secretie van thyroxine)
- ovarium (secretie van oestrogenen en progesteron)
- testis (secretie van testosteron)
- bijnierschors (secretie van cortisol)

BiNaS 89A, ScienceData 28.6; inhibiting = remmend

5 Achtereenvolgende gebeurtenissen:
- Door een verhoogd XH-gehalte wordt de afgifte van XRH in de hypothalamus geremd.
- Door een verlaging van het XRH-gehalte vermindert (de stimulering van) de afgifte van XH door de hypofyse.

Er is sprake van negatieve terugkoppeling. BiNaS 89C, ScienceData 28.4.

©ThiemeMeulenhoff

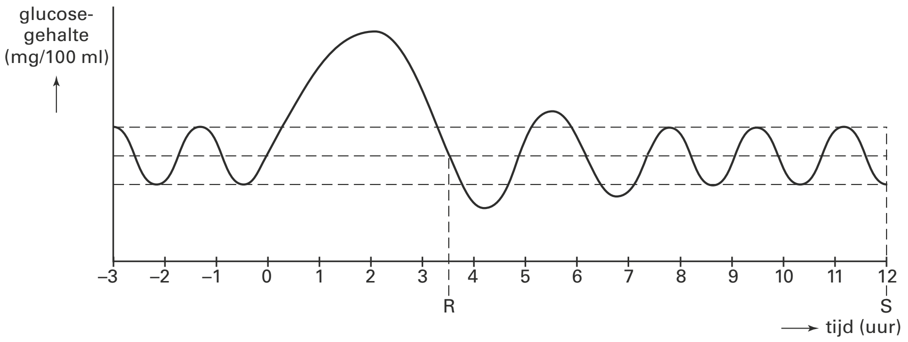
Adrenaline

6 *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- De hartspiercellen gaan sneller samentrekken, waardoor er meer zuurstof/bloed gaat naar cellen (elders in het lichaam) die in actie komen (BiNaS 89A, ScienceData 28.6).
- Ze trekken krachtiger samen zodat meer glucose/brandstof vervoerd wordt naar spiercellen in het lichaam.

Een antwoord over de functie van adrenaline dat niet over de werking van het hart gaat, bv. verhogen van bloedsuikerspiegel of verwijden bronchiën, is niet correct.

Glucosegehalte

7 *Een voorbeeld van een juist getekende grafiek is:*



De daling direct na R gaat duidelijk onder de onderste gestreepte lijn uit.
De lijn schommelt rond een gemiddelde.
Na de maaltijd brengt de grote stijging van het glucosegehalte een grote insulineafgifte teweeg, waardoor het glucosegehalte sterk zal dalen en zal doorschieten onder de ondergrens van de evenwichtswaarde (onderste gestreepte lijn). BiNaS 89A, ScienceData 28.6.

8 De concentratie van insuline neemt af en de concentratie van glucagon neemt toe.
Door het afnemende glucosegehalte vermindert de insulineafgifte via terugkoppeling.
Door versterkte glucagon afgifte neemt het glucosegehalte toe. BiNaS 89A, ScienceData 28.6.

9 **C** Glucose gaat van het bloed van de moeder via de placenta naar het bloed van het kind.
Het energieverbruik stijgt doordat de baby energie nodig heeft om warm te blijven. De moeder zorgt nu niet meer voor een constante temperatuur van 37 °C in de directe omgeving van de foetus. BiNaS 84B, ScienceData 15.8.
De glycogeenvoorraad in de lever zal ook al vóór de geboorte zijn opgebouwd en er zal vooral bij en vlak na de geboorte gebruik van gemaakt worden.
De productie van adrenaline kan al op gang komen zodra de bijnieren zijn gevormd.

10 **C** P is de nierslagader met een vrij constante glucoseconcentratie, op peil gehouden door de lever. Q is de nierader waarin, door verbruik door de nier, de glucoseconcentratie lager is. De onderste holle ader R zal door verbruik in de benen een lage glucoseconcentratie hebben. De urineleider S bevat bij gezonde mensen geen glucose. BiNaS 84A, ScienceData 20.1.

 ©ThiemeMeulenhoff

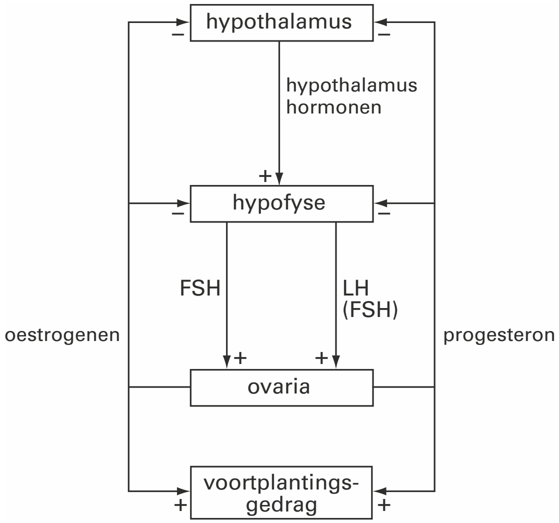
Een bloedtransfusie voor je hond

11 EPO stimuleert de productie van (extra) rode bloedcellen in het (rode) beenmerg / sponsachtig bot.
BiNaS 89A, ScienceData 28.6

Voortplantingsgedrag

12 **A** Via de hersenstam worden impulsen naar het gezichtscentrum in de grote hersenen geleid waar informatie wordt verwerkt. Ook daglengteverandering wordt doorgegeven door middel van impulsen en geregistreerd in de grote hersenen. Deze vormen een onderdeel van het centrale zenuwstelsel.
De hypofyse is een hormoonklier gelegen onder de hypothalamus midden onder de hersenen. In de hypofyse kan geen gecompliceerde informatie verwerkt worden.
Licht wordt in de ogen in impulsen omgezet die naar het centrale zenuwstelsel worden geleid. In de ogen is geen opslag van informatie mogelijk die nodig is om verschillen in daglengte te kunnen registreren. BiNaS 88C2, 89A,C, ScienceData 27.4b, 28.6 en 28.3.

13 *Voorbeeld van een juist terugkoppelingsschema:*



De hypothalamus stimuleert d.m.v. hormonen de hypofyse: pijl met +teken voor hypothalamushormonen van hypothalamus naar hypofyse.
De hypofyse stimuleert d.m.v. FSH en LH de ovaria: pijlen met +teken voor FSH en LH van hypofyse naar ovaria.
Voortplantingsgedrag is het gevolg van de activiteit van de ovaria. Ovaria produceren oestrogenen en progesteron die voortplantingsgedrag stimuleren: pijlen met +teken voor oestrogenen en progesteron met +teken van ovaria naar voortplantingsgedrag.
Oestrogenen en progesteron hebben een remmende invloed op de hypofyse en hypothalamus: pijlen met –teken voor oestrogenen en progesteron, van ovaria naar hypothalamus en hypofyse. BiNaS 89A,C, ScienceData 28.4, 5 en 6.

©ThiemeMeulenhoff

Hooikoorts

14 Hydrocortison (cortisol) is een steroïdhormoon (BiNaS 89A, ScienceData 28.6). Steroïdhormonen zijn vetoplosbaar en kunnen daardoor het celmembraan passeren (BiNaS 89B, ScienceData 28.1b3). Ze werken door middel van een hormoonreceptorcomplex dat zich bindt aan DNA, waarna expressie van genen in de celkern beïnvloed wordt.
Peptidehormonen zijn niet oplosbaar in vet en binden zich aan receptoren op het celmembraan. Na binding aan een receptor wordt in het cytoplasma een second messenger geactiveerd die zich bindt aan DNA, waarna expressie van genen in de celkern beïnvloed wordt (BiNaS 89B, ScienceData 28.1b3).

Regelmechanismen

15 Pijlen 1 en 3 (stijgen), en pijlen 2 en 4 (dalen).
Gevraagd wordt welke pijlen aangeven of de lichaamstemperatuur zal stijgen tot, of dalen tot 37 °C. Het uitgangspunt voor de pijlen 2 en 3 is dus een afwijkende lichaamstemperatuur, dus niet die van 37 °C zoals het schema suggereert. De lichaamstemperatuur van 37 °C is alleen het gevolg van de genoemde processen voor pijlen 1 en 4.
Verminderde transpiratie veroorzaakt minder warmteverlies door verdamping.
Rillen en toename van de stofwisselingsactiviteit veroorzaken hogere productie van lichaamswarmte en daardoor zal de lichaamstemperatuur stijgen (pijlen 3 en 1).
Verhoogde transpiratie en verminderde lichaamsbeweging veroorzaken meer warmteverlies door verdamping en lagere productie van lichaamswarmte (pijlen 2 en 4). Gevolg: de lichaamstemperatuur zal dalen.

16 **B** TSH-releasing factor stimuleert de hypofyse. TSH stimuleert de schildklier. Thyroxine stimuleert de stofwisseling (maar remt de hypothalamus en hypofyse). Alle drie genoemde stoffen worden via bloed getransporteerd. Stijging van het stofwisselingsniveau zal de lichaamstemperatuur herstellen. *BiNaS 89C.*

17 **C** Persoon 1 produceert te weinig, persoon 2 normaal en persoon 3 te veel thyroxine. Het percentage vastgelegde radio-actieve jodide van personen 1, 2 en 3 komt dus respectievelijke overeen met de grafieken G, F en E.
Naarmate er minder radio-actief jodide in thyroxine wordt vastgelegd zal er meer met de urine worden uitgescheiden.

©ThiemeMeulenhoff

18 Huid en immuniteit

Antistoffen en resusfactor

Na de geboorte wordt soms bij kinderen de ziekte HZPG (= hemolytische ziekte bij pasgeborenen) vastgesteld. Bij HZPG worden rode bloedcellen van het kind afgebroken doordat de moeder antistoffen heeft gevormd tegen antigenen in de membraan van de rode bloedcellen van het kind.

1 Tot welke van de in tabel 1 genoemde hoofdklassen behoren deze antistoffen?

tabel 1 enkele eigenschappen van de hoofdklassen van antistoffen

	IgG	IgA	IgM	IgD	IgE
molecuulgewicht	150.000	385.000	900.000	185.000	200.000
% van totale hoeveelheid antistoffen	80	13	6	0-1	0,002
voorkomen/ kenmerk	in lichaamsvloeistoffen, vooral buiten de vaten	in slijm en andere afscheidingsproducten	in lichaamsvloeistoffen, bevordert de klontering	aan het oppervlak van lymfocyten	in lichaamsvloeistoffen
kan door placenta heen	ja	nee	nee	nee	nee
binding aan macrofagen	+	±	-	-	-
structuur	IgG	IgA	IgM	IgD	IgE

Meestal ontstaat HZPG door resusantagonisme. Het aantal gevallen van HZPG is sinds 1969 sterk afgenomen. Toen werd het mogelijk om Rh$^-$-vrouwen met antistoffen (anti-D) in te spuiten: de resusprofylaxe. Het doel van de profylaxe is te voorkomen dat de moeder antistoffen gaat vormen wanneer antigenen van het kind in haar bloed komen.
In tabel 2 zijn bloedgroepen van het AB0- en het Rh-systeem gegeven met de bijbehorende antigenen en de antistoffen die in het bloed aanwezig kunnen zijn.

tabel 2

bloedgroep	antigeen	antistof
A	A	B
B	B	A
AB	A en B	–
0	–	A en B
Rh$^+$	D	–
Rh$^-$	–	– (anti-D)

©ThiemeMeulenhoff

Over de uitvoering van de resusprofylaxe worden de volgende beweringen gedaan:
1 een resusnegatieve vrouw wordt ingespoten met anti-D bij het begin van elke zwangerschap als haar man resusnegatief is,
2 kort voor de bevalling wordt een resusnegatieve vrouw ingespoten met anti-D als haar man resuspositief is,
3 direct na de bevalling wordt een resusnegatieve vrouw ingespoten met anti-D als haar man resusnegatief is,
4 direct na de bevalling wordt een resusnegatieve vrouw ingespoten met anti-D als het kind resuspositief is,
5 direct na de bevalling wordt een resusnegatieve vrouw ingespoten met anti-D als het kind resusnegatief is.

2 Welke van deze beweringen is juist?
A bewering 1
B bewering 2
C bewering 3
D bewering 4
E bewering 5

In zeldzame gevallen kan HZPG ontstaan als de AB0-bloedgroep van de moeder anders is dan die van het kind dat geboren wordt.

3 Bij welke van de volgende combinaties van bloedgroepen is de kans op HZPG bij het kind het grootst?
A Als de moeder bloedgroep B heeft en het kind bloedgroep A.
B Als de moeder bloedgroep B heeft en het kind bloedgroep B.
C Als de moeder bloedgroep B heeft en het kind bloedgroep 0.

De ziekte van Pfeiffer

Op een internetforum plaatst Nicky het volgende bericht (afbeelding 1).

afbeelding 1

Auteur Topic: Pfeiffer? (gelezen 179 keer)

Nicky ♣

Berichten: 38

‹‹ Gepost op: 3 juli 2016, 15:35 ››

Hallo allemaal,

Een week geleden kreeg ik heel veel last van mijn keel en later kreeg ik koorts. Nu ga ik morgen naar de dokter toe om bloed te prikken, want ze weten bijna zeker dat ik Pfeiffer heb. Nou zal het me eigenlijk niks verbazen als ik het heb. Mijn vraag is aan jullie is: Hoe snel ben je weer van Pfeiffer af? En blijf je lang besmettelijk?
Liefs!

xoxo

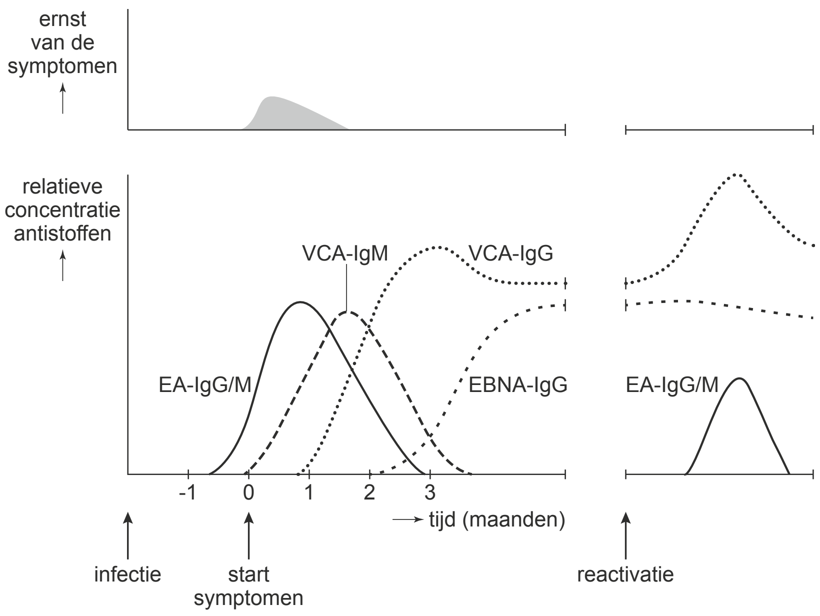
De ziekte van Pfeiffer wordt veroorzaakt door het Epstein-Barr-virus (EBV). Meer dan 90 procent van de bevolking is zonder het te merken drager van dit virus dat door speekselcontact (bijvoorbeeld zoenen) wordt overgedragen.
Van een eerste besmetting word je na ongeveer 4 tot 7 weken ziek en daarna blijf je levenslang drager. Bij jonge kinderen verloopt de ziekte vaak ongemerkt, maar bij jongvolwassenen, zoals Nicky (afbeelding 1), is het verloop heftiger.
De eerste symptomen van de ziekte van Pfeiffer zijn vermoeidheid, keelpijn en koorts en na een week komen daar keelontsteking en gezwollen lymfklieren bij. De vermoeidheid kan maanden duren.

De huisarts zal bij het eerste onderzoek voelen of bij Nicky de lymfklieren in de hals, en eventueel ook die in de oksels en liezen, gezwollen zijn.
Het volume van de lymfklieren kan voelbaar toenemen als gevolg van de activatie van de specifieke afweer.

4 Waardoor zwellen bij de ziekte van Pfeiffer vooral de lymfknopen van de hals op?

Het EBV bezit een aantal specifieke antigenen (EA, VCA en EBNA) waartegen antistoffen worden gemaakt die in het bloed aangetoond kunnen worden.
Op internet vindt Nicky een diagram (afbeelding 2) dat het verloop toont van de concentratie van verschillende antistoffen in combinatie met de ernst van de symptomen na een eerste besmetting en na reactivatie, een periode waarin opnieuw virusdeeltjes worden geproduceerd. De drager merkt zelf doorgaans niets van deze reactivatie.

afbeelding 2



De dag na haar forumbericht laat Nicky bloed afnemen voor onderzoek.

5 Welke uitslag van de antistoffentest past bij Nicky als na het bloedprikken inderdaad blijkt dat ze de ziekte van Pfeiffer heeft?

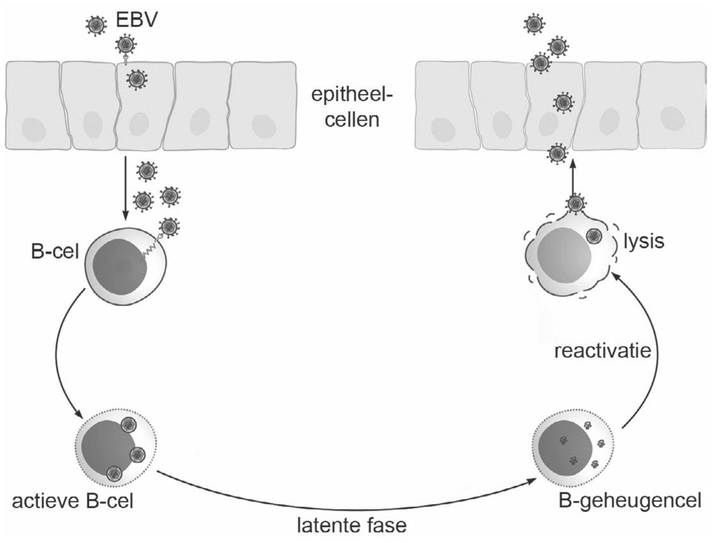
	VCA-IgM	VCA-IgG	EBNA-IgG
A	–	+	–
B	–	+	+
C	+	+	–
D	+	–	–

6 Waarom geeft alleen een verhoogd EA-IgG/M-gehalte **niet** voldoende informatie voor de diagnose van de ziekte van Pfeiffer bij Nicky?

 ©ThiemeMeulenhoff

De sterke reactie van het immuunsysteem na een eerste besmetting is de oorzaak van de vermoeidheid bij de ziekte van Pfeiffer.
Als je door bijvoorbeeld een zoen voor het eerst besmet wordt met EBV raken eerst de epitheelcellen van de mond- en keelholte geïnfecteerd (zie afbeelding 3).

afbeelding 3



Deze epitheelcellen gaan virusdeeltjes produceren die op hun beurt B-cellen infecteren in het lymfweefsel van de keelholte. Door expressie van de virusgenen delen deze B-cellen en differentiëren in geheugencellen. Een groot deel van deze cellen blijft latent geïnfecteerd, dat wil zeggen dat het virusgenoom wel aanwezig is, maar er worden geen virussen geproduceerd. Zo nu en dan gaat een van deze cellen de lytische fase in (reactivatie) en kunnen er weer virusdeeltjes vrijkomen. Die komen in het speeksel terecht en kunnen worden overgedragen aan een volgende gastheer.

B-cellen hebben een receptor op het celoppervlak waarvan het EBV gebruikmaakt. Deze receptor, in combinatie met een MHC-II molecuul als co-receptor, maakt fusie met het celmembraan van de gastheercel mogelijk.
MHC-II moleculen zijn niet bedoeld om virussen de cellen in te laten.

7
- Wat is wél de functie van MHC-II op celniveau?
- En op organismeniveau?

Geïnfecteerde B-cellen worden door het virus ‘onsterfelijk’ gemaakt doordat een viraal eiwit BHRF1 wordt gevormd dat analoog is aan het menselijk BCL-2-eiwit dat celdood (apoptose) remt.

8 Hoe wordt door dit BHRF1-eiwit apoptose van de cel geremd?

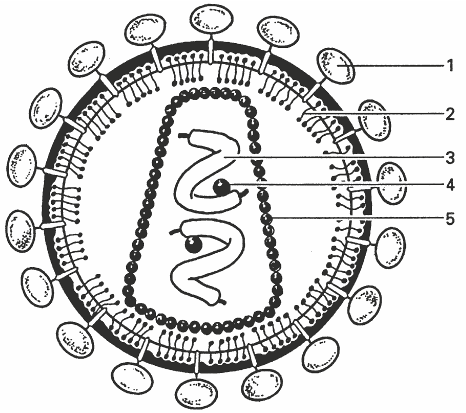
A Het activeert procaspase.
B Het functioneert als survival factor (overlevingsfactor).
C Het inactiveert de death receptor.
D Het remt Bak en Bax.

©ThiemeMeulenhoff

Vaccinatie tegen aids?

In de jaren tachtig was men op zoek naar een vaccin waardoor bescherming tegen een infectie met HIV zou worden verkregen. Een werkzaam vaccin zou onder andere moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:
– het moet de productie van voldoende hoeveelheden antistoffen opwekken, zodat HIV zich niet blijft vermeerderen,
– het moet de anti-HIV-respons van cytotoxische T-cellen verbeteren.
Aanvankelijk heeft men vooral getracht om een vaccin te maken uit bepaalde delen van het virus.

afbeelding 4 **bouw van HIV**



Enkele delen van het HIV zijn: fosfolipiden uit de virale envelop, glycoproteïnen uit de virale envelop, RNA.

9 Welk van deze delen zal zijn gebruikt bij het produceren van de eerste proefvaccins?
A fosfolipiden uit de virale envelop
B glycoproteïnen uit de virale envelop
C RNA

Eén van de oorzaken waardoor het niet lukte een werkzaam vaccin te produceren, was gelegen in de hoge mutatiesnelheid van het HIV.

10 Waardoor zijn mutaties van het HIV er een oorzaak van dat een anti-HIV-vaccin, zoals dat vroeger werd bereid, geen goede bescherming kan bieden?
A door veranderingen van de gastheereiwitten die door de mutaties worden veroorzaakt
B door veranderingen van de fosfolipiden die door de mutaties worden veroorzaakt
C door veranderingen van de glycoproteïnen die door de mutaties worden veroorzaakt
D door veranderingen van de structuureiwitten die door de mutaties worden veroorzaakt

Later probeerde men langs een andere weg immuniteit tegen HIV op te wekken. Hierbij werd gebruik gemaakt van een ‘recombinant-vector’. Als drager (= vector) werd een voor de mens onschuldig virus gebruikt. In dit virus werd door recombinatie HIV-materiaal ingebouwd. De recombinant-vector werd in menselijke cellen ingebracht. Onder invloed van de recombinant-vector produceerden deze menselijke cellen een antigeen. Dit antigeen werkt op dezelfde wijze als het HIV-antigeen.

©ThiemeMeulenhoff

11 Leg uit dat bij deze methode niet van vaccinatie in de klassieke betekenis kan worden gesproken.

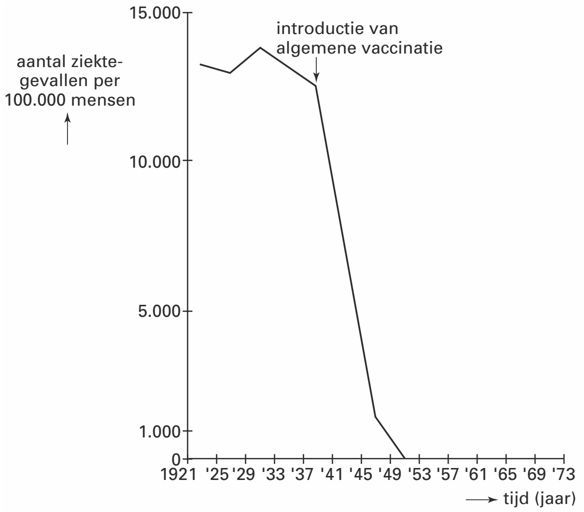
Reeds lang bekende vormen van immunisatie zijn: kunstmatig of natuurlijk, actief of passief.

12 Hoe moet volgens deze indeling de immunisatie met de ‘recombinant-vector’ worden genoemd?
A kunstmatig actief
B kunstmatig passief
C natuurlijk actief
D natuurlijk passief

Difterie

Difterie wordt veroorzaakt door de bacterie *Corynebacterium diphtheriae* die een toxine (gifstof) vormt. Vaccinatie tegen difterie heeft het aantal ziektegevallen snel doen verminderen. Afbeelding 5 geeft het aantal ziektegevallen in Engeland en Wales vóór en na de introductie van algemene vaccinatie.

afbeelding 5



bron: I. Roitt, Essential immunology, Oxford etc., 1984, 211

13 Na 1960 zijn er in Engeland en Wales toch nog gevallen van difterie voorgekomen. Geef daarvoor twee mogelijke oorzaken.

Het vaccin tegen difterie bestaat uit chemisch veranderd difterietoxine.

14 Leg uit welke eigenschap het chemisch veranderde difterietoxine moet hebben om als vaccin te kunnen werken.

15 Leg uit hoe na vaccinatie het lichaam reageert op een infectie met *Corynebacterium diphtheriae*.

©ThiemeMeulenhoff

Feline Neonatale Isoerythrolyse (FNI)

Bij het fokken van raskatten is het belangrijk om te letten op de bloedgroepen van de dieren. Bloedgroepantistoffen kunnen namelijk sterfte onder pasgeboren kittens veroorzaken. Deze aandoening wordt Feline Neonatale Isoerythrolyse (FNI) genoemd.

Katten hebben een eigen bloedgroepsysteem waarbij twee allelen betrokken zijn, een allel voor bloedgroep A en een allel voor bloedgroep B. Bij overerving is het allel voor A dominant over het allel voor B.
Met de bloedgroepantistoffen van katten is iets bijzonders aan de hand: katten met bloedgroep B hebben veel antistoffen tegen antigeen A, maar katten met bloedgroep A hebben van nature weinig antistoffen tegen antigeen B. Na de geboorte geeft de moeder met de eerste melk antistoffen tegen allerlei infectieziekten, zoals niesziekte aan de kittens.
Daarmee komen ook bloedgroepantistoffen van de moeder in de bloedsomloop van het jonge katje.
FNI-kittens zijn bij de geboorte nog gezond, maar na enkele uren tot dagen stoppen ze met drinken en produceren roodbruine urine. Ze krijgen bloedarmoede, te zien aan de bleke slijmvliezen, en door een stof in het bloed kleurt de huid gelig (geelzucht). Soms zie je niets aan de kittens en gaan ze toch in enkele dagen dood.

Tegen niesziekte zijn kittens de eerste weken vaak beschermd door antistoffen van hun moeder in de moedermelk.

16 Noem twee manieren waarop de moederpoes zelf immuun kan zijn geworden tegen niesziekte.

Kittens met FNI hebben onder andere bloedarmoede en hiermee gepaard gaande geelzucht.

17 – Verklaar het optreden van bloedarmoede als gevolg van FNI.
– Verklaar de daarmee gepaard gaande geelzucht bij kittens met FNI.

FNI treedt soms op bij kittens met bloedgroep B als de moeder bloedgroep A heeft. Dit is echter alleen het geval als deze moederpoes al eerder nestjes heeft gehad met kittens met bloedgroep B. Bij latere nestjes wordt dat probleem steeds groter doordat de moeder steeds sneller antistoffen maakt.

18 – Waardoor komt bij de moederpoes de eerste afweerreactie tegen bloedgroep B tot stand?
– Waardoor komen er bij latere nestjes steeds sneller antistoffen tegen bloedgroep B vrij?

Bij mensen kan een soortgelijke bloedgroeponverdraaglijkheid voorkomen die pas bij een tweede kind optreedt.

19 Bij welke bloedgroepencombinatie van moeder en (eerste en tweede) kind is dit het geval?

	moeder	kind
A	bloedgroep 0	bloedgroep A
B	bloedgroep B	bloedgroep 0
C	resus positief	resus negatief
D	resus negatief	resus positief

Hints bij hoofdstuk 18

1 De antistoffen zijn bij het ongeboren kind gekomen.
2 Het kind wekt resus-antistoffen op bij de moeder.
3 Bij welke combinatie ouder-kind komen verschillende antigenen voor?
4 In de inleiding staat dat het om specifieke afweer gaat.
5 De tijd op de x-as wordt in maanden aangegeven.
6 Zie de tweede grafiek van afbeelding 2 (bij reactivatie).
7 Zie BiNaS of ScienceData bij specifieke afweer.
8 Zoek apoptose op in BiNaS of ScienceData.
9 Eiwitten hebben een specifieke individuele structuur.
10 Eiwitten hebben een specifieke individuele structuur. De lichaamsvreemde stoffen moeten herkend kunnen worden.
11 Waaruit bestaat een klassieke entstof?
12 Worden bij deze vorm van immunisatie antistoffen in het lichaam gevormd of gebracht?
13 De mensen *in* Engeland en Wales werden gevaccineerd (ingeënt).
14 Op welke eigenschap van de lichaamsvreemde stof reageert het lichaam?
15 Er is sprake van een humorale en cellulaire actie.
16 Aanmaak van antistoffen start na opname antigenen.
17 Bij bloedarmoede is het gehalte aan hemoglobine te laag.
18 Moederpoes reageert op antigenen van ongeboren jong.
19 Iemand die resus negatief is, heeft geen resusantigenen op de rode bloedcellen.

Uitwerkingen bij hoofdstuk 18

Antistoffen en resusfactor

1 IgG
Antistoffen van de moeder kunnen alleen de rode bloedcellen van het kind bereiken als ze door de placenta heen kunnen (tabel 1).

2 **D** Resusantagonisme treedt alleen op als een Rh^--moeder een Rh^+-kind krijgt.
De resusantistof van de moeder breekt Rh^+-bloedcellen van het kind af.
Infectie van het moederbloed met Rh^+-bloed van het kind vindt direct plaats na de bevalling, als de placenta loskomt van het baarmoederslijmvlies. Daarin blijven dan vlokken met haarvaten achter.
Eerder inspuiten met anti-D is minder effectief omdat anti-D dan al (deels) is afgebroken.
Bovendien kan het kind Rh^- zijn, als de vader heterozygoot is.
Rh^+ wordt veroorzaakt door een dominant allel. Bij een Rh^--moeder kan alleen een Rh^+-kind ontstaan als de man Rh^+ is.

3 **A** Personen met bloedgroep B hebben ook anti-A in hun bloed. Deze antistof breekt bloedcellen van bloedgroep A af.
Bloedcellen kunnen de placenta niet passeren, de antistoffen wel.
Bloedantistoffen van de moeder vormen geen probleem bij een kind met bloedgroep 0, doordat deze geen antigenen op zijn/haar rode bloedcellen heeft.

De ziekte van Pfeiffer

4 Virussen/antigenen/immuuncellen bereiken/activeren vanuit de keel (waar de ontsteking zich bevindt via de lymfvaten) het eerst de lymfknopen in de hals.
De inleiding op de vraag noemt als oorzaak activatie van de specifieke afweer. Daarbij zijn hoofdzakelijk de lymfocyten in de lymfknopen actief (BiNaS 84J, ScienceData 32.7).
Een antwoord als 'de lymfknopen van de hals liggen dichter bij de keelontsteking' is maar half goed.

5 **D** In het forumbericht schrijft Nicky al een week symptomen te hebben. In het diagram is dat enkele millimeters rechts van 'start symptomen'. Er is dan alleen een lage concentratie VCA-IgM en een hoge concentratie EA-IgG/M aanwezig (op de laatstgenoemde antistoffen wordt het bloed van Nicky niet getest).
IgG, IgM en de combinatie IgG/M zijn immunoglobulinen waarover details in BiNaS 84K en ScienceData 32.11 staan.

6 EA-IgG/M kan ook wijzen op reactivatie (zonder ziekteverschijnselen) / de symptomen kunnen het gevolg zijn van een andere infectie / deze antistoffen worden ook aangetroffen als je ooit Pfeiffer hebt gehad.

7
- celniveau: Presentatie van antigenen (aan T-helpercellen).
- organismeniveau: Activatie van het immuunsysteem / op gang brengen van een afweerreactie.

Het antwoord 'het activeren van cytotoxische T-cellen' is niet juist omdat dit gebeurt door antigenen in combinatie met MHC-I moleculen van antigeenpresenterende, geïnfecteerde cellen. BiNaS 84L1, ScienceData 32.8c, 9

©ThiemeMeulenhoff

8 **D** BHRF1-eiwit remt analoog aan BCL-2-eiwit de celdood. Als Bak- en Baxeiwitten in groepjes clusteren vormen zij poortjes waardoor cytochroom-c het mitochodrium verlaat en in het cytoplasma de caspasekettingreactie veroorzaakt (BiNaS 71L, ScienceData 14.9). Het gevolg daarvan is de afbraak van noodzakelijke celonderdelen.
Procaspase wordt gestimuleerd door uit het mitochondrium vrijgekomen cytochroom-c; het gevolg is dan juist apoptose.
Survivalfactoren hechten aan receptoren op het celoppervlak.
De deathreceptor is ontvankelijk voor invloeden van buiten de cel (o.a. T-killercel = cytotoxische T-cel).

Vaccinatie tegen aids?

9 **B** Glycoproteïnen zijn eiwitten. Van veel eiwitten is de bouw specifiek voor het virus/ een organisme. Lichaamsvreemde eiwitten hebben een antigene werking.
Fosfolipiden en RNA hebben een weinig specifieke, algemene structuur. Bovendien bevindt RNA zich binnen het virus, waardoor herkenning moeilijker wordt.

10 **C** De bouw van de glycoproteïnen van het virus zijn specifiek voor het virus en hebben een antigene werking. Deze eiwitten zitten aan de buitenkant van het virus, waardoor het virus herkenbaar is en aangepakt kan worden.

11 Klassieke vaccinatie gebeurt met (een deel van) de (verzwakte / gedode) ziekteverwekker met een antigene werking, terwijl bij deze vorm van vaccinatie het antigeen door menselijke cellen wordt geproduceerd.

12 **A** Kunstmatig omdat HIV-genen in menselijke cellen worden ingebracht.
De mens maakt dan de antigenen op commando van de HIV-genen.
Actief omdat het lichaam van het geïnfecteerde individu de antistoffen zelf maakt.

Difterie

13 *Voorbeelden van een juiste mogelijke oorzaak zijn:*
- Immigratie van een patiënt met difterie/import van difterie.
- Een persoon is niet gevaccineerd.
- Het difterietoxine is veranderd / andere antigenen op het toxine.
- Het vaccin is niet werkzaam.

14 In het vaccin moeten antigenen zitten die de productie van dezelfde antistof(fen) activeren als difterietoxine

15 Antistoffen maken het toxine onschadelijk en macrofagen/witte bloedcellen ruimen de bacteriën op.

©ThiemeMeulenhoff

Feline Neonatale Isoerythrolyse (FNI)

16 Door vaccinatie (met een vaccin tegen niesziekte).
Door een eerdere besmetting.

17 – De verklaring voor bloedarmoede is dat als gevolg van de aanwezigheid van FNI-bloedgroepantistoffen rode bloedcellen worden afgebroken / hemoglobine wordt afgebroken.
– De verklaring voor geelzucht is dat een afbraakproduct daarvan / bilirubine/ galkleurstof, in het bloed circuleert (en resulteert in een gelige huidskleur).
Normaal worden verouderde rode bloedcellen afgebroken; hierbij ontstaat ook bilirubine. Bij geelzucht kan de lever niet snel genoeg bilirubine met de gal afvoeren. Daardoor komt er een overschot aan bilirubine in het bloed en worden huid en ogen gelig.

18 – Voor/tijdens de geboorte van het eerste nestje is er bloedcontact geweest tussen de moederpoes (met bloedgroep A) en kittens met bloedgroep B / is antigeen B uit een kitten in de bloedsomloop van de moeder terechtgekomen (met als gevolg het vormen van antistoffen tegen B).
– Vervolgens zijn geheugencellen gevormd die worden geactiveerd bij herhaald bloedcontact / bij een volgende zwangerschap/bevalling (waardoor er sneller antistoffen tegen antigeen B vrijkomen).

19 **D** Een resusnegatieve moeder kan in aanraking komen met resuspositief bloed door een transfusie of een (zwangerschap en) bevalling van een resusposifief kind. Haar geactiveerde ß-lymfocyten produceren daardoor antiresus. Deze antistof komt via de placenta in de foetale bloedsomloop bij een volgende zwangerschap.
Als moeder en kind een gelijke resusfactor hebben ontstaan er geen problemen.
Een resuspositieve moeder zal geen antistof vormen tegen een resusnegatief kind (het bloed van het kind bevat geen antigenen).
AB0-Bloedgroep-antistoffen zijn groter dan resus-antistof en kunnen niet door de placenta naar het foetale bloed. Zie BiNaS 84K; ScienceData 32.11.

©ThiemeMeulenhoff

Oefenen met hele examens, met hints om je op weg te helpen en uitleg bij de goede antwoorden.

Deel 2a Examens met uitwerkingen

Examen 2018-I

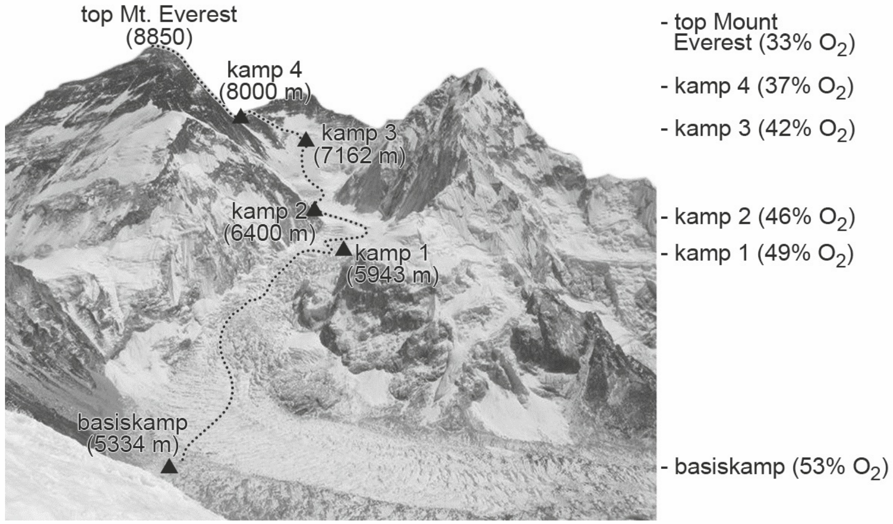
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Hoogteziekte

Wandelen en klimmen hoog in de bergen is niet zonder risico's. Een daarvan is hoogteziekte. Zonder adequaat handelen kan hoogteziekte een dodelijke afloop hebben.

Naarmate je hoger komt neemt de luchtdruk af. De ijle lucht bevat nog steeds 21 procent zuurstof, maar elke ademteug bevat als je hoger komt steeds minder zuurstofmoleculen. In afbeelding 1 is de relatieve hoeveelheid zuurstof ten opzichte van zeeniveau aangegeven op verschillende hoogten van de Mount Everest. Zo bevat een ademteug ter hoogte van het basiskamp nog maar 53 procent van het aantal zuurstofmoleculen in vergelijking met een ademteug op zeeniveau.

afbeelding 1



Een laag zuurstofgehalte in het bloed kan hoogteziekte veroorzaken. Hoogteziekte merk je aan hoofdpijn met daarbij misselijkheid, slapeloosheid en/of vermoeidheid. De gevoeligheid voor hoogteziekte verschilt van persoon tot persoon en is niet gekoppeld aan leeftijd, geslacht, conditie of ervaring.
Hoogteziekte kan, indien onbehandeld, uitmonden in hersenoedeem (vochtophoping in de hersenen) en longoedeem (vochtophoping in longweefsel) en is dan levensbedreigend.

Wanneer je overnacht op grote hoogte, kan het gebeuren dat je ademhaling tijdens de slaap een abnormaal patroon vertoont. Het ademen houdt zo nu en dan op: je ademhaling vertraagt eerst, stopt vervolgens 10 tot 15 seconden waarna je enige tijd versneld ademt. De ademhaling vertraagt dan weer en de cyclus herhaalt zich.
Dit abnormale adempatroon is het gevolg van regulatie door het ademcentrum. Het ademcentrum reageert onder andere op de pCO_2 en de pO_2 in het bloed.

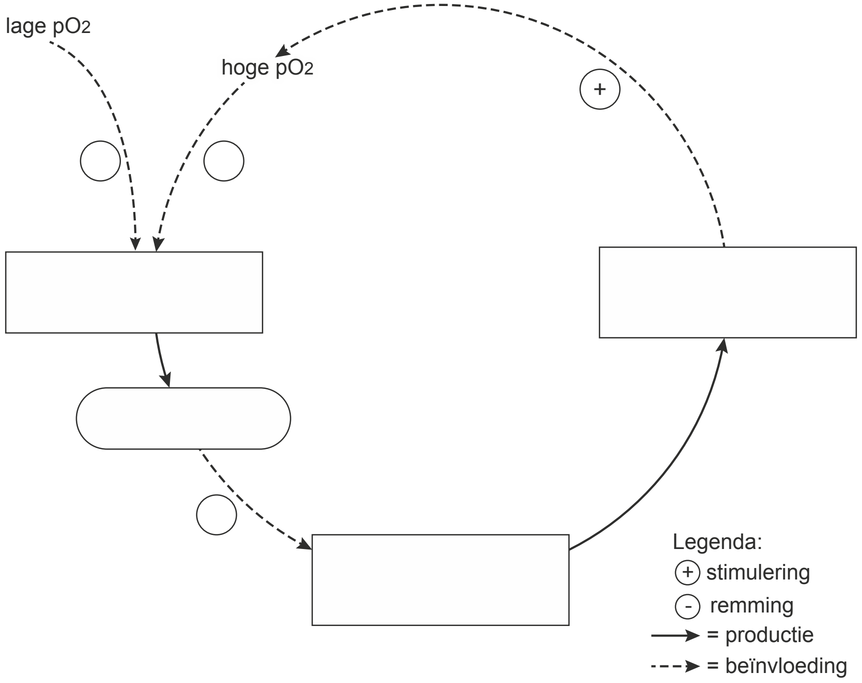
2p **1** Welke verandering in de pO_2 of de pCO_2 is mogelijk de oorzaak van het zo nu en dan stoppen van de ademhaling op grote hoogte?

- **A** een hoge pCO_2 van het bloed
- **B** een hoge pO_2 van het bloed
- **C** een lage pCO_2 van het bloed
- **D** een lage pO_2 van het bloed

De gaswisseling verbetert na een verblijf van enige weken op grote hoogte: door de invloed van een bepaald hormoon neemt de zuurstofopname geleidelijk toe. In het schema hieronder is een aanzet gegeven van de regelkring waarbij dit hormoon betrokken is.

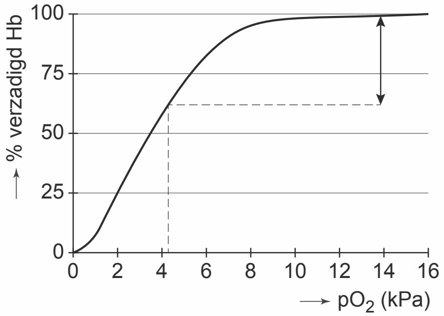
3p **2** Maak de regelkring af zodat duidelijk wordt hoe deze leidt tot een betere zuurstofopname na een lang verblijf op grote hoogte. Doe het als volgt:

- Vul de naam in van het hormoon, van een celtype, van een orgaan en van een specifiek onderdeel of weefsel in een orgaan.
- Geef bij drie pijlen aan of het stimulering (+) of remming (-) betreft.



In afbeelding 2 is de zuurstofverzadigingscurve van hemoglobine (Hb) weergegeven, bepaald onder laboratoriumomstandigheden.

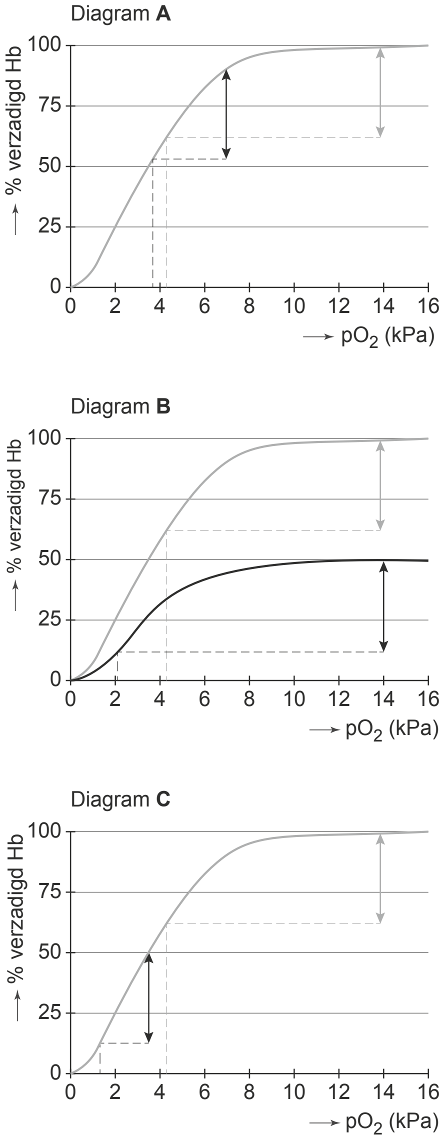
afbeelding 2



Op zeeniveau is de zuurstofverzadiging van hemoglobine bijna maximaal. Vertaald naar de situatie in een mens komt dat overeen met een zuurstofspanning in de lichaamsslagaders van ongeveer 14 kPa.
Door het verbruik van zuurstof in spieren en andere organen en weefsels, neemt de zuurstofverzadiging in het bloed af. In afbeelding 2 geeft de dubbele pijl een indicatie van de zuurstofafgifte in de organen en weefsels als de zuurstofspanning er is gedaald tot 4,2 kPa.

Een klimmer, op weg naar de top van de Mount Everest, verblijft enige tijd in kamp 1 (zie afbeelding 1) waar veel minder zuurstof in de lucht aanwezig is dan op zeeniveau. Hierdoor is de zuurstofspanning in het bloed van de lichaamsslagaders ongeveer de helft van normaal.
In afbeelding 3 zijn drie diagrammen A, B en C getekend met daarin in grijs opgenomen het diagram met hulplijnen van afbeelding 2.

afbeelding 3



In de diagrammen is op drie manieren getracht de zuurstofspanning in de lichaamsaders van deze klimmer ter hoogte van kamp 1 te schatten.
Ga ervan uit dat alle andere factoren (zoals hematocrietwaarde, pH, hartminuutvolume, ademfrequentie) gelijk blijven.

2p **3** Welk diagram (in afbeelding 3) laat op een juiste manier zien wat de zuurstofspanning van het aderlijk bloed van deze klimmer zou zijn?

A diagram A
B diagram B
C diagram C

Een laag zuurstofgehalte in de longblaasjes beïnvloedt de doorbloeding van de longen. In longdelen met een lage pO_2 vernauwen de slagadertjes. Hierdoor wordt de bloedstroom verlegd naar zuurstofrijkere longblaasjes.
Als gevolg van deze veranderde doorbloeding kan echter longoedeem ontstaan. De situatie verslechtert dan snel.

3p **4**
– Leg uit hoe vaatvernauwing in longslagadertjes kan leiden tot longoedeem,
– en hoe als gevolg daarvan de zuurstofverzadiging van het bloed in de longen verder verslechtert.

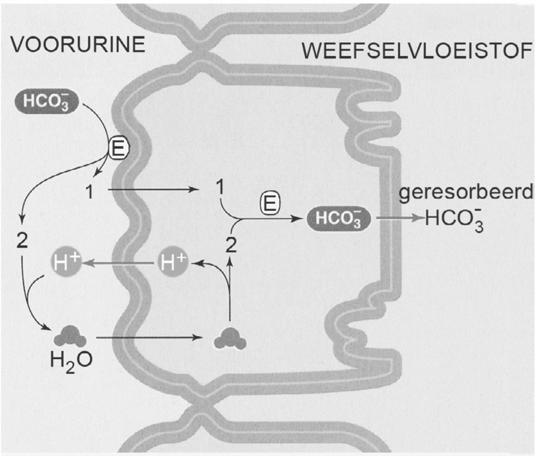
De precieze oorzaak van hersenoedeem, een ander symptoom van hoogteziekte, is nog onbekend. Klimmers met beginnend hersenoedeem zijn te herkennen aan een ‘dronkemansloop’ als gevolg van een gebrekkige coördinatie van spierbewegingen. Ook verandert het gedrag; ze zijn verward en kunnen hun aandoening ontkennen en behandeling weigeren.

2p **5** Welk deel van de hersenen van een klimmer met hoogteziekte functioneert vooral minder goed bij een dronkemansloop? En welk deel bij verward gedrag?

	dronkemansloop	verward gedrag
A	hersenstam	grote hersenen
B	hersenstam	kleine hersenen
C	grote hersenen	hersenstam
D	grote hersenen	kleine hersenen
E	kleine hersenen	hersenstam
F	kleine hersenen	grote hersenen

Een veel gebruikt medicijn om een snellere aanpassing aan hoogte mogelijk te maken en daardoor de kans op hoogteziekte te verkleinen, is acetazolamide. Acetazolamide remt het enzym koolzuuranhydrase.
Dit enzym is in veel typen cellen aanwezig, zoals rode bloedcellen.
In de epitheelcellen van de nierbuisjes is koolzuuranhydrase betrokken bij de regulatie van de pH van het inwendig milieu (zie afbeelding 4).

afbeelding 4



Legenda:
Ⓔ koolzuuranhydrase

In dit schema zijn twee tussenproducten met respectievelijk nummer 1 en nummer 2 aangegeven.

1p **6** Noteer de formules van deze twee tussenproducten.

Door het gebruik van acetazolamide daalt de pH van het bloed.

2p **7** Leg dit uit aan de hand van de gegevens in afbeelding 4.

Een klimmer neemt even pauze en slikt een acetazolamidetablet. Door de verlaagde pH van zijn bloed gaat hij dieper ademhalen en verbetert de zuurstofverzadiging van het slagaderlijk bloed.

2p **8** Welk te meten longvolume van de klimmer wordt dan vergroot?

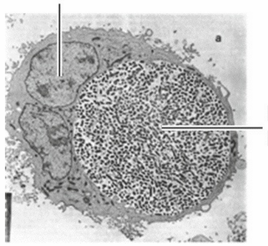
A het ademvolume in rust (V_T)
B het inademingsreservevolume (V_{IR})
C het uitademingsreservevolume (V_{UR})
D de vitale capaciteit (V_{VC})
E de totale longcapaciteit (V_{TC})

Q-koorts

Vanaf 2007 werden in Nederland voor het eerst veel mensen getroffen door de Q-koorts. Zij waren besmet met de bacterie *Coxiella burnetii*. In 2010 werd vaccinatie van geiten en schapen verplicht, waardoor er nu nauwelijks nog nieuwe besmettingen gemeld worden.

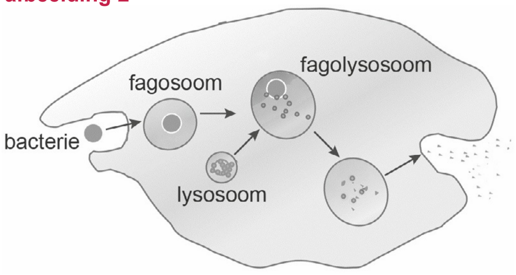
Coxiella burnetii is een sporevormende intracellulaire bacterie die zeer besmettelijk is: iemand kan al ziek worden van slechts één bacterie.
De bacterie komt voor in geiten maar ook in runderen, schapen en vogels, terwijl deze dieren daar zelden ziek van worden. Mensen worden meestal besmet via stofdeeltjes in de lucht, afkomstig van de droge mest van besmette dieren. Besmetting veroorzaakt in ongeveer de helft van de gevallen koorts, hoofdpijn en andere klachten. Dit wordt acute Q-koorts genoemd.
Maanden daarna kan chronische Q-koorts ontstaan als de bacteriën zich vermeerderen in macrofagen. Dit leidt tot vermoeidheidsklachten en is gevaarlijk voor zwangere vrouwen en voor mensen met hartklepproblemen.
In afbeelding 1 is een macrofaag afgebeeld met een blaasje vol met *C. burnetii* bacteriën.

afbeelding 1



De opname van een bacterie door een macrofaag is in afbeelding 2 weergegeven. Na opname kan zich een fagolysosoom vormen.

afbeelding 2



Fagocytose van een bacterie door een macrofaag leidt doorgaans tot de activatie van het specifieke immuunsysteem.

2p **9** Leg uit wat de rol is van een fagolysosoom in dit proces.

In het geval van *C. burnetii* kan er iets anders gebeuren: de bacterie blijft in leven in het fagolysosoom en vermeerdert zich daar.
Gevolg hiervan is dat de cellulaire immuunrespons wordt verhinderd.

2p **10** Welke afweerreactie wordt door deze verhindering van de cellulaire immuunrespons voorkomen?

A antistofproductie door geactiveerde B-lymfocyten
B fagocytose van geïnfecteerde cellen door macrofagen
C lysis van geïnfecteerde cellen door Tc-cellen

C. burnetii kan worden verspreid via voedsel, drinkwater en via de lucht. Dat laatste is het gevaarlijkst.

2p **11** – Waardoor is de kans dat je ziek wordt kleiner wanneer de bacterie je bereikt via voedsel of drinkwater?
– Waardoor is de kans dat je ziek wordt groter wanneer de bacterie je bereikt via de lucht?

Het antibioticum tetracycline is werkzaam tegen de bacterie *C. burnetii*.
Deze stof bindt aan bacteriële ribosomen waardoor deze minder goed functioneren.
De bacteriën kunnen zich daardoor niet meer vermenigvuldigen en verdwijnen uit het lichaam.

2p **12** Leg uit hoe tetracycline de vermenigvuldiging van de bacteriën stopt.

Dankzij de verplichte vaccinatie van jonge schapen en geiten tegen Q-koorts en hervaccinatie van de oudere dieren komt de ziekte nog maar zelden voor.

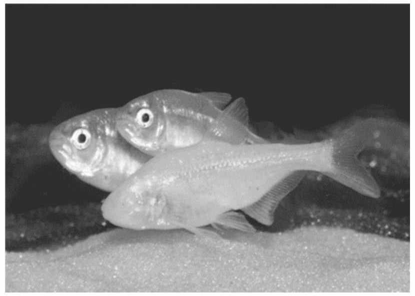
1p **13** Waarom moet elk jaar hervaccinatie van alle oudere dieren plaatsvinden?

Stress versnelt evolutie van Mexicaans visje

Evolutie gaat sneller als epigenetische mechanismen een rol spelen. Dit is aangetoond bij een zoetwatervisje, de Mexicaanse tetra.

Stress blijkt de evolutie van de Mexicaanse tetra *Astynax mexicanus* te versnellen. In pikdonkere grotten, onderdeel van een ondergronds rivierenstelsel, wordt een variant van de vis aangetroffen die zijn ogen heeft verloren door een bijzonder evolutionair mechanisme. Afbeelding 1 toont twee tetra's met normale ogen (riviertetra) en de variant zonder ogen (grottentetra).

afbeelding 1



Een Amerikaans team van ontwikkelingsbiologen en genetici onderzocht of de mutaties die leiden tot de oogloze vissen pas in de populatie in de grotten zijn ontstaan of al (verborgen) aanwezig waren in de populatie riviertetra's met normale ogen.

De oogloze grottentetra is ontstaan uit een tetra mét ogen.
Kennelijk is in grotten het bezit van ogen een evolutionair nadeel.

1p **14** Geef hiervoor een verklaring.

Het komt regelmatig voor dat een riviertetra bij toeval een grot inzwemt. De plotselinge overgang naar een leven in een ondergrondse rivier leidt tot stress bij de vissen. Ze komen terecht in omstandigheden waar minder voedsel is en een lagere zuurstofspanning. Het water in de grotten heeft bovendien een lagere osmotische waarde dan in de bovengrondse rivier.

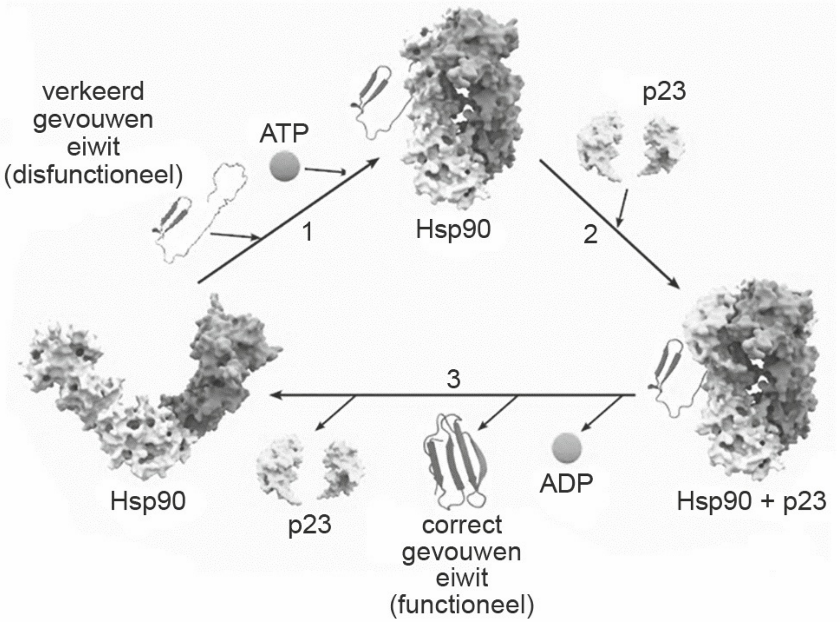
Vissen doen aan osmoregulatie door netto meer of minder zouten op te nemen via de kieuwen en uit het voedsel in de darmen. Ook kunnen ze de mate van reabsorptie van zouten uit de voorurine regelen.
Wanneer *A. mexicanus* migreert van een bovengrondse naar een ondergrondse rivier moet hij zich snel aanpassen aan de veranderde osmotische waarde van zijn nieuwe leefomgeving.

2p **15** Op welke wijze kan zo'n migrerende riviertetra zijn osmotische waarde trachten te handhaven in de grotten?

A de opname van zouten via de kieuwen verlagen
B meer drinken
C urine produceren met een lagere zoutconcentratie
D zoutere feces produceren

Nadat riviertetra's in grotten terechtkwamen en daar bleven, ontstonden er onverwacht snel oogloze varianten. Het snelle ontstaan van de oogloze dieren kan niet verklaard worden door nieuwe mutaties. Er zijn namelijk zo'n 15 tot 20 mutaties nodig voor het kleiner worden en verliezen van de ogen.
De onderzoekers veronderstelden dat deze mutaties al in de riviertetra's aanwezig waren, maar onderdrukt werden door een overmaat van het eiwit Hsp90 (Heat shock protein). Hsp90 behoort tot de chaperonnes: eiwitcomplexen die helpen bij het tot stand brengen en herstellen van de correcte vouwing van andere eiwitten, die daardoor weer functioneel worden. In afbeelding 2 is weergegeven hoe dat gebeurt.

afbeelding 2



Een Hsp90 complex gaat een binding aan met een verkeerd gevouwen eiwit en ATP (1). Hierna worden p23-eiwitten aan het complex gebonden (2). Na verbruik van ATP kan het chaperonnecomplex de correcte vouwing van het eiwit herstellen. Het correct gevouwen eiwit wordt losgelaten (3), de p23-eiwitten komen los en Hsp90 kan opnieuw een verkeerd gevouwen eiwit binden.

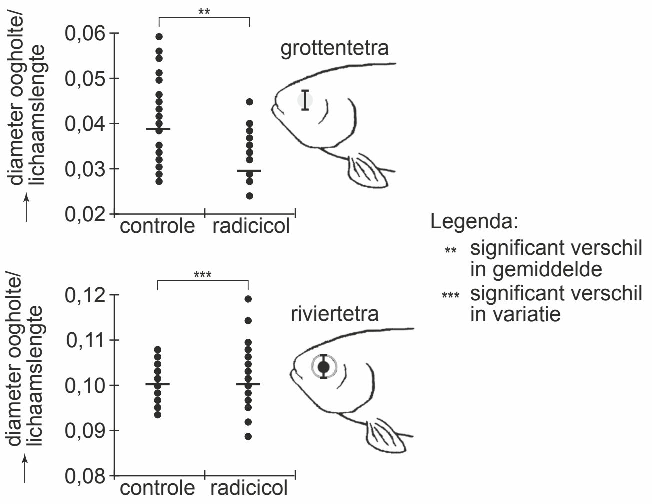
Bij de riviertetra's leidt de aanwezigheid van een overmaat Hsp90 tot minder afwijkende eiwitten in de cel en een onderdrukking van de fenotypische variatie.

2p **16** Welke structuur van een disfunctioneel eiwit (zie afbeelding 2 op de vorige pagina) kan door Hsp90 worden hersteld?

A alleen de primaire structuur
B alleen de secundaire structuur
C alleen de tertiaire structuur
D alleen de primaire en secundaire structuur
E alleen de secundaire en tertiaire structuur
F de primaire, secundaire en tertiaire structuur

De stress ten gevolge van het milieu in de grotten leidt tot meer verkeerd gevouwen eiwitten. De cellen van de grottentetra hebben dan te weinig Hsp90 om de correcte vouwing van alle eiwitten uit te voeren.
Om het effect van een tekort aan functioneel Hsp90 te onderzoeken, werden embryo's van zowel de riviertetra als de grottentetra blootgesteld aan radicicol, een Hsp90-remmer. Toen deze embryo's uitgegroeid waren tot volwassen tetra's van ongeveer gelijke grootte werden de lichaamsgrootte en de grootte van de ooghholte gemeten.
De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 3



Twee beweringen over de experimenten met radicicol zijn:
1 Een lage concentratie werkzaam Hsp90 tijdens de embryonale ontwikkeling leidt tot een gemiddeld kleinere ooghholtediameter bij volwassen grottentetra's;
2 Een lage concentratie werkzaam Hsp90 tijdens de embryonale ontwikkeling leidt tot een beperkte variatie in ooghholtediameter bij volwassen riviertetra's.

2p **17** Welke bewering wordt of welke beweringen worden ondersteund door de resultaten weergegeven in afbeelding 3?

A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

De hoeveelheid Hsp90 in cellen heeft volgens de onderzoekers invloed op de snelheid van de evolutie.
Vier situaties die leiden tot het ontstaan van de grottentetra uit de riviertetra (met de 15 à 20 in dit verband relevante mutaties) zijn hieronder weergegeven:
1 De vissen ervaren stress;
2 De vissen hebben een overmaat aan Hsp90;
3 De vissen hebben een tekort aan Hsp90;
4 De vissen migreren naar grotten.

1p **18** Welke volgorde van situaties verklaart de snelle aanpassing van een riviertetra die leidt tot het fenotype grottentetra? Noteer de vier nummers van de gebeurtenissen in de juiste volgorde.

Uit de experimenten met tetra's leiden de onderzoekers af dat omgevings- stress bij riviertetra's die in grotten terechtkomen, aanvankelijk leidt tot een vergrote fenotypische variatie.
Bij de populaties grottentetra's die in de grotten leven, wordt echter maar weinig fenotypische variatie gevonden.

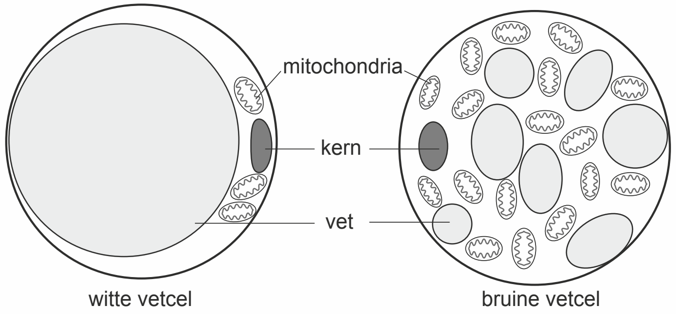
3p **19** – Leg uit waardoor bij tetra's die in de grotten gaan leven er aanvankelijk in de populatie een vergrote fenotypische variatie ontstaat.
– Verklaar dat bij de tetra's die langdurig in de grotten verblijven, de fenotypische variatie gering is geworden.

Bruin vet

In de winter kun je een minder warme trui aantrekken en de thermostaat een graadje lager zetten. Bruin vet zorgt er dan voor dat je extra vet verbrandt om warmte op te wekken. Maar lukt het ook om zo af te vallen?

Wij hebben twee soorten vetweefsel. Wit vetweefsel met witte vetcellen dient vooral voor het aanleggen van een reservevoorraad brandstof die bij schaarste weer wordt afgegeven. Bruin vetweefsel met bruine vetcellen slaat ook vet op, maar dat is bedoeld om actief te verbranden en zo extra warmte op te wekken.
De bouw van witte en bruine vetcellen is schematisch weergegeven in afbeelding 1.

afbeelding 1



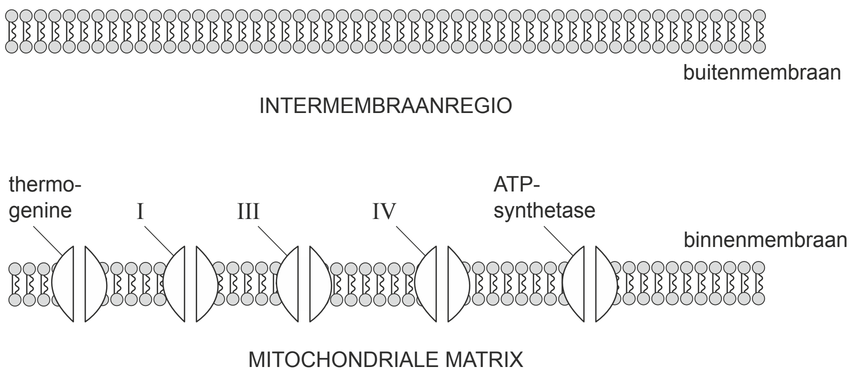
Het verschil in functie van witte en bruine vetcellen komt tot uiting in de verschillen in bouw van beide celtypen.

2p **20** Leg uit, aan de hand van twee typische kenmerken van de bruine vetcel (afbeelding 1), hoe deze is aangepast aan de beschreven functie.

Warmte komt vrij bij het transport van energierijke elektronen in mitochondria. De mitochondria in de bruine vetcellen kunnen meer warmte opwekken doordat ze een speciaal membraaneiwit bezitten: thermogenine. Thermogenine is een protonkanaal dat zich, net als de membraancomplexen van de ademhalingsketen, bevindt in het mitochondriale binnenmembraan. Via thermogenine diffunderen protonen (H^+) terug naar de matrix, waardoor alleen warmte ontstaat.

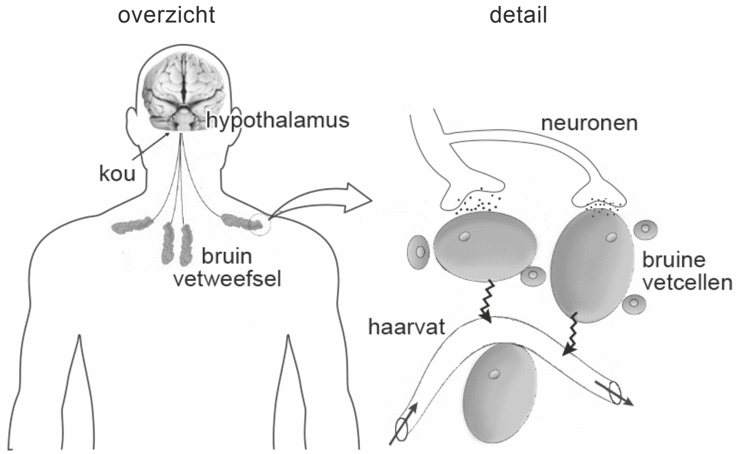
In de onderstaande afbeelding is schematisch het dubbele membraan van een mitochondrium weergeven, met een aantal eiwitcomplexen van de ademhalingsketen, ATP-synthetase en het thermogenine.
Bij de versnelde aerobe dissimilatie waarbij zowel extra warmte als ATP wordt opgewekt, passeren grote hoeveelheden protonen het mitochondriale binnenmembraan.

2p **21** Geef in deze afbeelding met vijf pijlen de richting aan waarin de protonenstromen zich dan door de vijf eiwitcomplexen verplaatsen.



Bruin vetweefsel wordt actief in de kou. Bij lage temperaturen ontstaan er, aangestuurd door de hypothalamus, impulsen in neuronen die verbonden zijn met bruin vetweefsel (zie afbeelding 2, overzicht). Daar wordt noradrenaline afgegeven, dat de bruine vetcellen stimuleert tot meer dissimilatie (zie afbeelding 2, detail).
Het vetweefsel wordt al geactiveerd bij een luchttemperatuur van 18 graden Celsius en wordt actiever wanneer de temperatuur verder daalt.

afbeelding 2



De activiteit van de bruine vetcellen wordt onder andere door het zenuwstelsel geregeld.

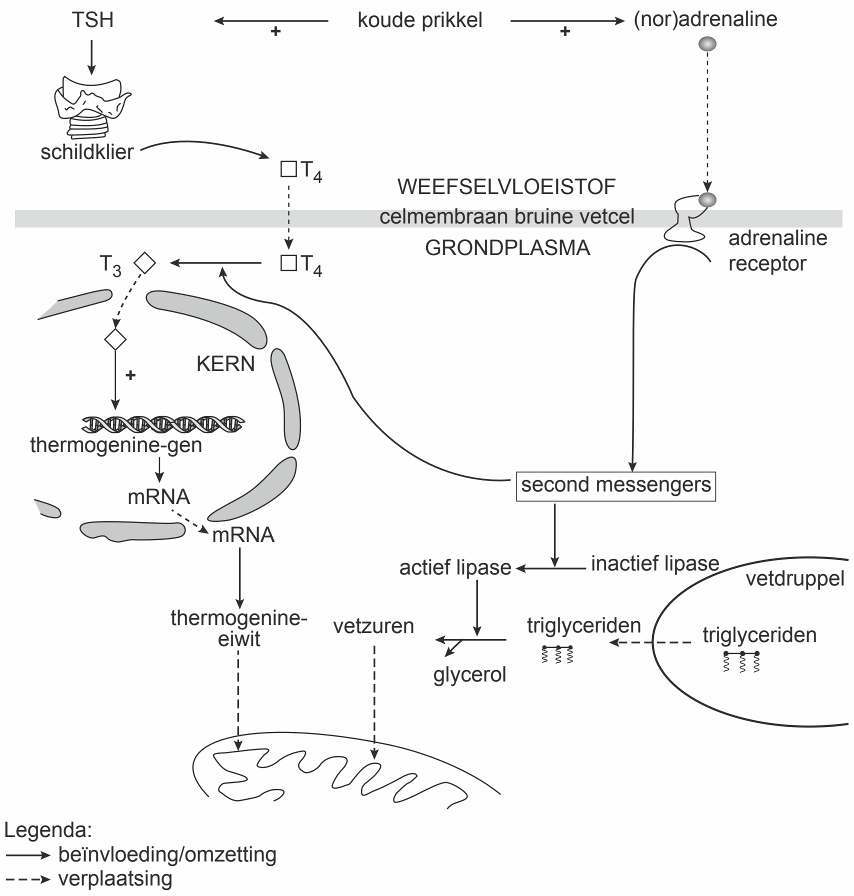
2p **22** Welk deel van het zenuwstelsel is voor stimulatie van de bruine vetcellen verantwoordelijk?
- **A** het animale zenuwstelsel
- **B** het orthosympatische zenuwstelsel
- **C** het parasympatische zenuwstelsel

Bruin vetweefsel is beter doorbloed dan wit vetweefsel. Dat is onder andere van belang voor de aanvoer van zuurstof en glucose.

2p **23** Geef twee andere redenen waarom voor de specifieke functie van bruin vetweefsel een goede doorbloeding van belang is.

De activatie van de bruine vetcellen door koude kan ook in gang gezet worden door een verhoogde afscheiding van schildklierstimulerend hormoon (TSH). De mechanismen die vervolgens leiden tot meer warmteproductie zijn in afbeelding 3 weergegeven. Door de aanwezigheid van vetzuren wordt het in de mitochondria ingebouwde thermogenine geopend.

afbeelding 3



Een toename van thyroxine (T4) in het bloed leidt na omzetting in T3 tot meer warmteproductie.

2p **24** Wat is het werkingsmechanisme van dit T3?

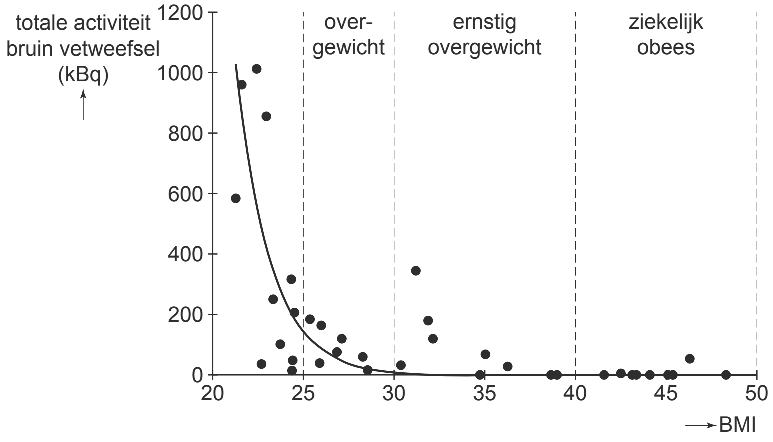
- **A** het opent het thermogeninekanaaltje in mitochondria van bruine vetcellen
- **B** het opent het thermogeninekanaaltje in mitochondria van schildkliercellen
- **C** het stimuleert transcriptie van het thermogenine-gen in bruine vetcellen
- **D** het stimuleert transcriptie van het thermogenine-gen in schildkliercellen

De bij koude afgegeven (nor)adrenaline leidt tot een verhoogde warmteproductie in bruine vetcellen.

2p **25** Beschrijf hoe de afgifte van (nor)adrenaline op twee manieren leidt tot een verhoogde warmteproductie in deze cellen.

Kunnen mensen geholpen worden met afvallen door de leefomgeving kouder te maken? Door toediening van radioactief gemerkte glucose (18Fluoro-Deoxy-Glucose) aan proefpersonen kan de metabolische activiteit van weefsel met een PET/CT-scan gemeten worden. De activiteit van het bruin vetweefsel na een koudeprikkel varieert sterk tussen mensen onderling, en blijkt gerelateerd aan hun BMI (afbeelding 4). De BMI is een maat voor de verhouding tussen gewicht en lichaamslengte.

afbeelding 4



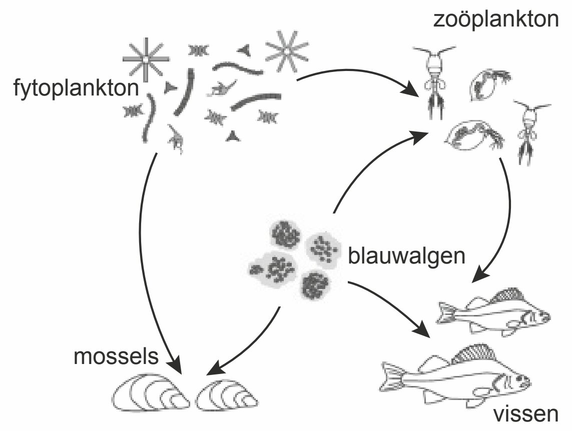
2p **26** Beredeneer aan de hand van de resultaten van dit experiment (afbeelding 4) in hoeverre het regelmatig verblijven in een koudere omgeving, bijvoorbeeld door in de winter de thermostaat in de kamer lager te zetten, kan helpen bij het afvallen. Beschrijf het resultaat waarop je je conclusie baseert.

Groene soep door blauwalgen voorkomen

In de provincie Zeeland werden in een warme zomer duizenden dode watervogels uit het Volkerak-Zoommeer gevist. Volgens het ministerie van Verkeer en Waterstaat waren ze gestorven door toxines van de blauwalgen in het water. Onderzocht wordt hoe zo'n calamiteit kan worden voorkomen.

De hoeveelheid blauwalgen in het Volkerak-Zoommeer wordt door verschillende andere organismen beïnvloed.
Afbeelding 1 toont deze beïnvloeding in een vereenvoudigd voedselweb.

afbeelding 1



2p **27** Beargumenteer dat je aan de hand van dit voedselweb (afbeelding 1) **niet** kunt bepalen of een toename van het aantal vissen een toename of een afname van de blauwalgen zal veroorzaken.

De blauwalgen in het Volkerak-Zoommeer produceren microcystines: kleine eiwitten die schadelijk zijn voor de lever.
In de levers van de dode watervogels werden hoge concentraties microcystines gevonden, ook bij watervogels die geen blauwalgen eten.

1p **28** Verklaar waardoor hoge concentraties microcystines ook gevonden worden in watervogels die geen blauwalgen eten.

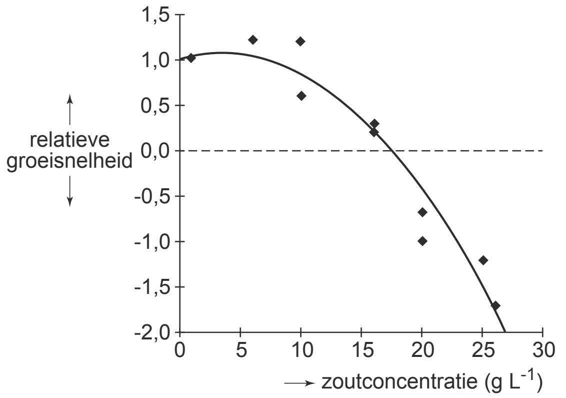
In de zomer kan het zuurstofgehalte in plassen en meren gevaarlijk dalen als gevolg van de blauwalgenbloei. Milieudeskundigen denken dat er daardoor ook massale vissterfte zal optreden.

2p **29** Beschrijf hoe algenbloei uiteindelijk kan leiden tot een verlaging van het zuurstofgehalte in het water.

In 1987 werden dammen geplaatst die het Volkerak-Zoommeer van de zee (Oosterschelde) scheidden. In eerste instantie leek dit een gunstige maatregel voor de natuur in het gebied. Er groeiden zeldzame waterplanten en er kwamen veel vogels op af. Maar op den duur kwamen er ook steeds meer blauwalgen.
Jolanda Verspagen, aquatisch microbioloog van het onderzoeksinstituut IBED, onderzocht hoe de blauwalgenbloei kan worden bestreden.

Microcystis blauwalgen die de problemen veroorzaken, gedijen het best in zoet water en zomerse temperaturen. Verspagen stelde voor de blauwalg te bestrijden door zeewater met een zoutconcentratie van 32 gram per liter binnen te laten in het Volkerak-Zoommeer, waar de zoutconcentratie 1,0 g per liter is.
In een laboratoriumexperiment (temperatuur 20ºC) werd bij verschillende zoutconcentraties van het water de relatieve groeisnelheid van Microcystis bepaald ten opzichte van de groeisnelheid in het meer. De resultaten van het experiment zijn weergegeven in afbeelding 2.

afbeelding 2



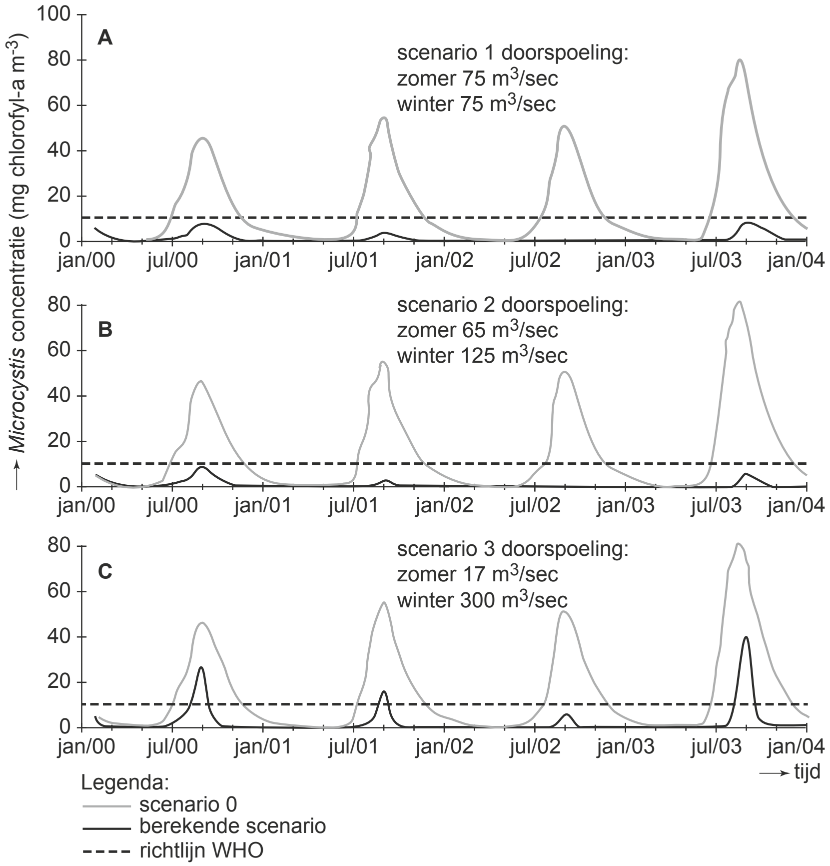
Door het binnenlaten van zeewater in het Volkerak-Zoommeer zou in de zomerperiode een zoutconcentratie van maximaal 26 gram per liter kunnen worden bereikt. In de winter vindt er echter ook afwatering van de Rijn en de Maas plaats, waardoor de zoutconcentratie dan zou variëren tussen 7 en 18 gram per liter.

Uit bovenstaande gegevens is af te leiden dat het inlaten van zeewater in de winter geen zinvolle maatregel is.

2p **30** Geef twee argumenten hiervoor.

Een andere mogelijkheid om algenbloei te voorkomen, is het wegspoelen van de algen, door vanuit het Hollands Diep extra rivierwater het Volkerak-Zoommeer in te laten stromen.
Met behulp van een computermodel berekende Verspagen de concentratie van *Microcystis* in het Volkerak-Zoommeer bij het doorspoelen in de zomer en in de winter met verschillende hoeveelheden water. De resultaten van drie berekende scenario's (1, 2 en 3), vergeleken met de praktijksituatie zonder extra doorspoelen (scenario 0) zijn weergegeven in afbeelding 3. De stippellijn geeft de maximale concentratie *Microcystis* aan die volgens de WHO (wereldgezondheids- organisatie) verantwoord is voor de gezondheid van mensen.

afbeelding 3



In de huidige situatie kan maximaal 125 m^3 water per seconde worden doorgespoeld, voor hogere waardes moeten de sluizen aangepast worden.

Over het tegengaan van door de WHO als ongezond beschouwde algenconcentraties in het Volkerak-Zoommeer wordt een aantal uitspraken gedaan:

1 Het doorspoelen volgens scenario 2 kan ongezonde concentraties algen voorkomen;
2 In de winter is een doorspoeling van 300 m^3 per seconde nodig om ongezonde algenconcentraties te voorkomen.
3 Het verhogen van de doorspoeling is vooral in de winter belangrijk om ongezonde concentraties algen te voorkomen.

2p **31** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of de betreffende uitspraak wel of niet wordt ondersteund door de computersimulaties van Verspagen (afbeelding 3).

De wolf komt eraan

Het gaat goed met de wolf (zie afbeelding 1). Sinds zijn terugkeer in Duitsland rukt hij met een gemiddelde snelheid van 50 kilometer per jaar op richting ons land. Nederland zal zich moeten voorbereiden op de komst van de wolf. Wat zijn de mogelijkheden?

afbeelding 1

Na 150 jaar afwezigheid worden de laatste jaren steeds vaker wolven of wolvensporen waargenomen. In 2015 trok een jonge wolf enige dagen door Noordoost-Nederland. Uit DNA-onderzoek bleek deze afkomstig te zijn van een roedel uit Duitsland. Een roedel is een familiegroep bestaande uit ten minste een mannetje en een vrouwtje, met hun jongen. Als de jongen rond de twee jaar oud zijn, gaan ze vaak in hun eentje op stap. Zenders hebben aangetoond dat ze dan 1000 tot 1500 kilometer ver kunnen lopen.

Soms wordt het opduiken van een dier, zoals de wolf in Nederland, gelijk gesteld aan vestiging van een soort. Dat is biologisch gezien niet juist.

1p **32** Aan welke eis moet ten minste worden voldaan om te kunnen spreken van de vestiging van de wolf als soort in Nederland?

De komst van een exoot, een plantensoort of diersoort die eerder nog niet voorkwam, leidt soms tot ecologische problemen.

2p **33** Beschrijf twee ecologische problemen die na vestiging van een exoot kunnen ontstaan.

Voor de vestiging van een gezonde populatie zijn niet veel wolven nodig wijst onderzoek in Zweden uit. Daar was de wolf in 1960 verdwenen, totdat in 1983 een wolvenpaar werd aangetroffen, 900 kilometer van de dichtstbijzijnde Fins-Russische populatie. Jarenlang bleef het bij één kleine roedel, maar vanaf 1991 begon de populatie snel te groeien. Momenteel leven er in Zweden ongeveer tweehonderd exemplaren. Uit genetisch onderzoek van weefsel- en bloedmonsters verzameld tussen 1984 en 2001, bleek dat alle Zweedse wolven geboren vóór 1991 afkomstig waren van dat ene wolvenpaar.

Het onderzoek was gebaseerd op het vergelijken van marker-allelen: stukjes niet-coderend DNA die verschillen tussen niet-verwante dividuen. De onderzoekers vergeleken marker-allelen van verschillende delen van het DNA uit de monsters:

- autosomale chromosomen;
- X-chromosomen;
- Y-chromosomen;
- mitochondriaal DNA.

De onderzoekers baseren hun conclusie op het aantal verschillende allelen van een marker die in het DNA zijn aangetroffen. Eventuele recombinatie binnen de markerlocus wordt buiten beschouwing gelaten.

3p **34** Noteer het maximale aantal verschillende marker-allelen (minimaal één, maximaal vier) dat bij de Zweedse wolven, geboren vóór 1991, op een bepaalde locus is aangetroffen:
- van een autosomale marker;
- van een X-chromosomale marker;
- van een Y-chromosomale marker.

In de Zweedse wolvenpopulatie van ná 1991 dook ineens 'vers bloed' op. Er werden nieuwe allelen aangetroffen van de onderzochte markers, die afkomstig moeten zijn van één geïmmigreerde wolf, waarvan het DNA nog niet was bemonsterd. De komst van dit mysterieuze mannetje ging gepaard met een versnelde groei van de populatie.

2p **35** Leg uit waardoor de komst van 'vers bloed' goed is voor een dergelijke kleine wolvenpopulatie.

Genen kunnen liggen
1 op autosomale chromosomen;
2 op X-chromosomen;
3 op Y-chromosomen;
4 op mitochondriaal DNA.

2p **36** Noteer de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of dit deel van de genenpoel is veranderd door de nakomelingen van dit mannetje.

Inmiddels leven er in Duitsland enkele roedels wolven op zo'n 200 kilometer van de Nederlandse grens. Ook Nederland heeft gebieden waar de wolf zich zou kunnen vestigen.
Op de Veluwe leven ongeveer 12.000 hoefdieren zoals reeën, edelherten en zwijnen. Een schatting uit Rusland is dat daar gemiddeld één wolf per 100 hoefdieren leeft. Dat zou kunnen betekenen dat op de Veluwe plaats is voor ongeveer 120 wolven. In Zweden werd het aantal van 120 wolven veel sneller bereikt dan op de Veluwe mogelijk zou zijn.
Gegevens over de situatie in Zweden en op de Veluwe zijn:
1 In Zweden is het leefgebied groter dan op de Veluwe;
2 In Zweden is er een hogere dichtheid prooidieren dan op de Veluwe;
3 In Zweden is de draagkracht van het ecosysteem groter dan die van de Veluwe.

2p **37** Welk gegeven kan of welke gegevens kunnen verklaren dat de waargenomen groei van de wolvenpopulatie in Zweden sneller is dan de hypothetische groei op de Veluwe?

A alleen 1
B alleen 2
C alleen 1 en 2
D alleen 1 en 3
E alleen 2 en 3
F 1, 2 en 3

In Nederland gaat het steeds beter met de wilde hoefdieren. Om de aantallen hoefdieren te reguleren vindt jaarlijks afschot plaats. Zo werden in de winter van 2012-2013 in de Oostvaardersplassen bijna duizend edelherten afgeschoten.
De wolf zou geïntroduceerd kunnen worden om op een natuurlijke manier het aantal edelherten in de Oostvaardersplassen te reguleren en de biodiversiteit te verhogen.

2p **38** Noteer nog twee biologische argumenten, met een toelichting, om de wolf in te zetten als alternatief voor het afschieten van dieren.

Hints bij examen 2018-I

1 Het koolstofdioxidegehalte van het bloed stuurt het ademhalingscentrum.
2 Rode bloedcellen worden aangemaakt in rood beenmerg.
3 Op zeeniveau is de pO_2 in de lichaamsslagaders 14 kPa (helft van 14 is 7).
4 Zuurstof komt door diffusie uit longblaasjes in longhaarvaten.
5 Welk deel van het CZS is noodzakelijk voor bewustzijn?
6 Wat hou je over als je H^+ van H_2O afsplitst?
7 HCO_3^- gaat van weefselvloeistof naar haarvaten rondom nierkanaaltjes.
8 Zie respirogram in BiNaS of longvolumina in ScienceData.
9 Een macrofaag presenteert antigenen.
10 De cellulaire immuunrespons is onderdeel van het specifieke immuunsysteem.
11 Welke weg volgt voedsel in het lichaam? En welke weg volgt lucht?
12 Wat is de functie van ribosomen?
13 (Her)vaccinatie activeert het specifieke immuunsysteem.
14 Je kunt het vergelijken met ontspullen.
15 Een hogere zoutconcentratie geeft een hogere osmotische waarde.
16 Zoek 'structuur' bij eiwitten in BiNaS of ScienceData.
18 In de grot hebben de vissen last van stress.
19 Er treedt een proces op als bij evolutie.
20 Bruine vetcellen komen in actie bij lage temperatuur.
21 Zie BiNaS 68D of ScienceData 13.9g.
22 Het is een onbewust proces.
23 De primaire functie van bruin vet is warmteproductie.
24 T3 passeert het kernmembraan; zie 'celmembraan bruine vetcel' in de afbeelding.
25 Vanaf 'second messenger' in afbeelding 3 lopen twee pijlen.
26 De resultaten variëren met de BMI (en per groep).
27 Het voedselweb bestaat uit een aantal voedselketens.
28 Watervogels zijn onderdeel van een voedselweb.
29 Algenbloei heeft enorme uitbreiding van organisch materiaal tot gevolg.
30 Lees de relatieve groeisnelheid af tussen 7 en 18 gram zout per liter. Het is winter.
31 De donkere lijn (berekende scenario) moet onder de grijze stippellijn blijven.
32 Definitie van soort is hierbij belangrijk.
33 Verdringing speelt veelal een rol.
34 Er zijn drie afzonderlijke vragen en dus drie antwoorden.
35 'Vers bloed' betekent hier andere genen.
36 Mannetjeswolven hebben in elke cel een X- en een Y-chromosoom.
37 Meer prooidieren betekent meer voedsel.
38 Een evolutie-argument kan genoemd worden.

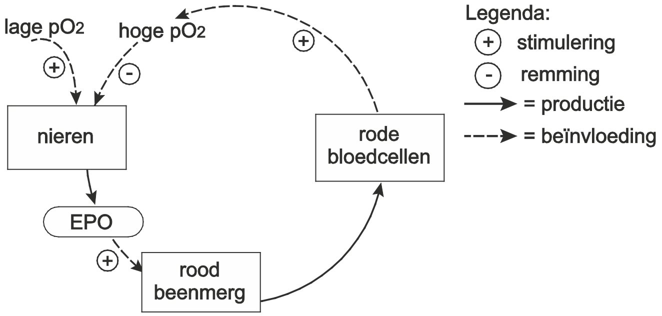
©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij examen 2018-I

Hoogteziekte

2p **1** **C** Toename van de pCO_2 in het bloed stimuleert de ademhalingsfrequentie. Evenals een laag zuurstofgehalte is er ook weinig CO_2 in de lucht aanwezig, dus ook weinig in het bloed. De ademsnelheid neemt dan af, maar als deze even helemaal stopt neemt het CO_2-gehalte van het bloed toe en begint de ademhaling weer.
De pO_2 in het bloed heeft indirect invloed op de ademhalingsfrequentie; het ademhalings-centrum wordt gevoeliger voor de pCO_2 bij een lagere pO_2 in het bloed.

3p **2** *Voorbeeld van een juist aangevulde regelkring:*



EPO/erytropoëtine, nier(en)/nierweefsel/nierschors, (rood)beenmerg/bot(ten), en rode bloedcellen zijn op de juiste plaatsen ingevuld. [2p; als één van de termen niet of verkeerd is geplaatst: 1p; als twee of meer termen niet of verkeerd zijn geplaatst: 0p]
Ook + (stimulering) en — (remming) zijn juist aangegeven. [1p]

2p **3** **A** De zuurstofspanning in het bloed is ongeveer de helft van normaal (14 kPa), dus ongeveer 7 kPa.
De pijl die het verbruik aangeeft, begint daardoor lager waardoor de verzadiging in slagaders (± 90%) en aders (± 53 %) iets lager uit komt.
Bij diagram B en C is uitgegaan van de halvering van de Hb-verzadiging, in plaats van de halvering van de pO_2.

3p **4** De bloeddruk stijgt (als gevolg van de vaatvernauwing) [1p] waardoor er meer vocht (dan normaal) uit de haarvaten treedt [1p] en (als gevolg van de vochtophoping in het longweefsel) de diffusie vermindert / de diffusieafstand toeneemt / de diffusie-coëfficiënt verandert / het diffusieoppervlak afneemt. [1p]
De slagadertjes naar de zuurstofarmere longblaasjes vernauwen. Hierdoor gaat er meer bloed naar de haarvaten in het deel van de longen waar de pO_2 hoger is. Als gevolg van de hogere druk ontstaat longoedeem; dit is vochtophoping tussen de haarvaten en longblaasjes waardoor de diffusie-afstand groter wordt. In extreme situatie lopen longblaasjes vol.

2p **5** **F** Een functie van de kleine hersenen is het coördineren van bewegingen, en bij dronkenmansloop is deze coördinatie verstoord.
De grote hersenen regelen de bewuste activiteiten, zoals adequaat gedrag.
De hersenstam regelt de reflexen in hoofd en hals, en geleidt impulsen tussen ruggen-merg en hersenen.

1p **6** (1 =) CO_2 en (2 =) OH^-
Binnen de cel zie je dat nummer 2 wordt gevormd doordat van H_2O H^+ wordt afgesplitst. 2 moet dus OH^- zijn.
1 en 2 vormen samen HCO_3^-, dus 1 moet dan CO_2 zijn.
De schrijfwijze –HO en HO^- in plaats van OH^- is hier toegestaan, de termen koolstofdioxide en hydroxide niet.

2p **7** Door acetazolamide is er (minder koolzuuranhydrase-activiteit en dus) minder resorptie van HCO_3^- in het bloed. [1p]
In het bloed wordt (daardoor) minder H^+ gebonden (HCO_3^-, koolzuur, heeft een bufferende werking) / Het bloed kan (daardoor) minder zuur neutraliseren (waardoor de pH daalt). [1p]
De haarvaten nemen het geresorbeerde HCO_3^- op uit de weefselvloeistof (rechts in de afbeelding).

2p **8** **A** Als een klimmer even rust neemt, wordt het ademvolume in rust (V_T) benut (BiNaS 83B, ScienceData 21.3). Deze wordt door het middel vergroot.
De andere antwoorden geven maximaal mogelijke volumes van de longen na onder meer diepe in- en uitademing aan.

Q-koorts

2p **9** In het fagolysosoom wordt de bacterie afgebroken. [1p]
Hierdoor worden delen/antigenen van de bacterie kunnen worden gepresenteerd (op het celmembraan van de macrofaag waardoor het specifieke immuunsysteem geactiveerd wordt). [1p]

2p **10** **C** Bij een cellulaire immuunrespons doden cytotoxische T-cellen (Tc-cellen) geïnfecteerde cellen door lysis. De met *C. burnetii* geïnfecteerde macrofagen kunnen niet herkend worden door de Tc-cellen omdat de macrofagen geen antigenen kunnen presenteren (BiNaS 84L, ScienceData 32.3b).
Antistofproductie behoort tot de humorale afweerreactie. Er kan geen presentatie van bacterie-antigenen plaatsvinden, omdat de bacteriën ongevoelig zijn voor afbraak in de lysosomen; ze vermeerderen zich zelfs daar.
Fagocytose van geïnfecteerde cellen door macrofagen is een reactie van de niet-specifieke afweer.

2p **11**
- Bacteriën die via het voedsel/drinkwater binnenkomen kunnen door maagzuur/verteringssappen worden afgebroken. [1p]
- Bacteriën die ingeademd worden, kunnen direct via (het slijmvlies van) de longen in het bloed komen / direct binnenkomen in macrofagen (via fagocytose) die zich in de luchtwegen bevinden. [1p]

Het antwoord dat bacteriën bij inademing niet door het verteringsstelsel afgebroken worden is maar half goed, omdat het tweede antwoord ontbreekt.

2p **12** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Tetracycline voorkomt de translatie, waardoor bouwstoffen voor nieuwe cellen niet kunnen worden gemaakt. [1p]
- Doordat er nu geen eiwitten kunnen worden gevormd aan de ribosomen, kunnen ook de onderdelen die nodig zijn voor de deling van de bacterie niet worden gevormd. [1p]

Uit het antwoord moet blijken dat de eiwitsynthese wordt geremd met een juist gevolg dat het stoppen van de vermenigvuldiging van de bacteriën verklaart.

1p **13** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Hierdoor blijft de immuniteit van het dier optimaal.
- Door de hervaccinatie stijgt de hoeveelheid antistoffen weer.
- Zodat er voldoende geheugencellen aanwezig blijven.
- Om te voorkomen dat ze Q-koortsbacteriën uitscheiden.
- De vaccinatie biedt geen levenslange bescherming.
- De Q-koortsbacterie muteert waardoor het vaccin steeds aangepast moet worden.

Stress versnelt evolutie van Mexicaans visje

1p **14** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Onder deze omstandigheden zijn ogen een nadeel omdat de aanleg / het gebruik / het onderhoud / de bescherming ervan energie kost (die het organisme ergens anders aan zou kunnen besteden).
- Overbodige ogen zijn kwetsbare lichaamsdelen.

Het antwoord dat ogen schitteren en daardoor te zien zijn voor predatoren, is niet goed (het is pikdonker in de grotten).

2p **15** **C** Het water in de grotten heeft een lagere osmotische waarde, dus het zoutgehalte is lager. De vissen zullen dus door osmose meer water opnemen. Om de osmotische waarde van de lichaamsvloeistoffen constant te houden, moeten ze dus naar verhouding meer water uitscheiden (of meer zout opnemen).
De antwoorden A, B en D stellen juist het tegenovergestelde.

2p **16** **E** Het gaat om het herstellen van verkeerd gevouwen eiwitten. Het verkeerd gevouwen eiwit bevat twee α-helixen en na binding aan HSP-90 veranderen deze in twee β-platen (sheets); het correct gevouwen eiwit bevat vier β-platen en heeft een totaal andere vorm. De α-helixen en β-platen betreffen de secundaire structuur; de totale vorm van het eiwit betreft de tertiaire structuur (BiNaS 67H2, ScienceData 13.7,f-h).
De primaire structuur gaat over de volgorde van de aminozuren in een eiwit.

2p **17** **B** Een lage concentratie werkzaam Hsp90 heeft eenzelfde effect als blootstelling aan radicicol waardoor de invloed van Hsp90 wordt geremd. Uit afbeelding 3 blijkt dat de gemiddelde oogholtediameter bij grottentetra's door radicicol significant kleiner is.
Uit het diagram van de riviertetra's blijkt dat de variatie onder invloed van radicicol niet beperkt wordt, maar toeneemt.

1p **18** 2-4-1-3 / 4-2-1-3
De riviertetra's moeten met een overmaat aan Hsp90 naar de grotten migreren. Doordat de vissen daar stress ervaren ontstaat een tekort aan Hsp90.

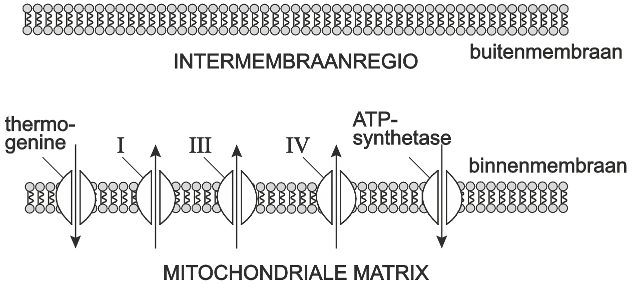
3p **19**
– De stress (door het verhuizen naar de grotten) leidt tot een Hsp90-tekort en (daardoor) tot meer verkeerd gevouwen eiwitten / tot meer variatie in (de vorm van) eiwitten (waardoor mutaties vaker tot uiting komen). [1p]
– Vissen die aangepast zijn aan het leven in het grotmilieu, zullen geen of minder stress ervaren. Door minder stress zal er geen Hsp90 tekort zijn en zullen de eiwitten wel correct gevouwen worden waardoor de fenotypische variatie verdwijnt. [1p]
– Door selectiedruk hebben de minder aangepaste fenotypes in de populatie (die langdurig in de grotten verblijft) minder overlevingskans/voortplantingssucces (en de genotypische en fenotypische variatie verdwijnt). [1p]

Bruin vet

2p **20** De bruine vetcel bezit:
- meer/veel mitochondria: daardoor kan snelle/meer verbranding plaatsvinden (en daardoor is er een grotere warmteproductie). [1p]
- meerdere kleine vetdruppels: door een groter oppervlak is de brandstof / is het vet snel beschikbaar (voor verbranding). [1p]

Als alleen de twee typische kenmerken van de bruine vetcel worden genoemd, wordt 1 scorepunt toegekend.

2p **21** *Voorbeeld van een juiste aanvulling:*



Drie pijlen door I, III en IV in de richting van de intermembraan-regio. [1p] *Twee pijlen door thermogenine en ATP-synthetase in de richting van de matrix (BiNaS 68D of ScienceData 13.9g).* [1p]
[schema met alle pijlen de verkeerde kant op (verwisseling intermembraanregio met mitochondriale matrix): 1p]

2p **22** **B** Noradrenaline stimuleert tot meer dissimilatie. Dat levert extra energie voor spierstelsel, ademhaling en bloedsomloop etc.; de coördinatie van deze orgaanstelsels gebeurt door het (ortho)sympatische zenuwstelsel (BiNaS 88L, ScienceData 27.7).
Het parasympatisch zenuwstelsel domineert bij rust.
Het animale zenuwstelsel regelt de bewuste activiteiten.

2p **23** *Voorbeelden van een juiste reden, waarvan je er twee moet noemen, voor de goede doorbloeding:*
- Daardoor kan de warmte beter afgevoerd worden (naar de koudere lichaamsdelen).
- Er kunnen meer vetten/vetzuren aangevoerd worden (om als brandstof opgeslagen te worden).
- Dan kan er meer CO_2 met het bloed afgevoerd worden (om verzuring te voorkomen).
- Er is dan een betere aanvoer van (nor)adrenaline/T4 (thyroxine). *(BiNaS 89A, ScienceData 28,6)*

[per juiste reden: 1p]
Het antwoord dat er meer afvoer van afvalstoffen of meer aanvoer van voedingsstoffen of hormonen vanuit het bloed nodig is, is niet voldoende nauwkeurig.

2p **24** **C** In afbeelding 3 staat tussen WEEFSELVLOEISTOF en GRONDPLASMA 'celmembraan bruine vetcel'. Binnen de cel, in de kern wordt het thermogenine-gen geactiveerd; er vindt dan transcriptie plaats (mRNA-vorming; BiNaS 71E, ScienceData 16,6).

2p **25** *Voorbeelden van een juiste manier waarvan je er twee moet noemen:*
- (Nor)adrenaline activeert lipase dat vet afbreekt tot (glycerol en) vetzuren die als brandstof kunnen dienen.
- Adrenaline leidt via lipase tot vorming van vetzuren die de thermogeninekanalen kunnen openen.

- Noradrenaline leidt via second messengers tot het inbouwen van meer thermogeninekanalen.
- Bij schrik wordt adrenaline aan het bloed afgegeven zodat het lichaam door versnelde hartslag en verwijde luchtpijp in actie kan komen; deze adrenaline activeert ook de bruine vetcellen tot vetafbraak.

[per juiste manier: 1p]

Het antwoord dat de afbraak van vet door lipase een dissimilatieproces is waarbij warmte vrijkomt, is niet juist omdat afbraak door lipase een verteringsproces is in het darmkanaal en niet in cellen plaats vindt.

2p **26** *Voorbeelden van een juiste redenering:*

- Mensen met een BMI onder 35 kunnen het uitproberen, maar er is geen garantie op resultaat. Met een BMI boven de 35 heeft het weinig zin, want dan is er nauwelijks activiteit van het bruin vetweefsel.
- Het zal waarschijnlijk niet helpen, want juist de mensen met ernstig overgewicht (en de ziekelijk obese mensen) hebben relatief weinig actief bruin vetweefsel.
- Dat is niet te zeggen, want de activiteit van het bruin vet verschilt heel sterk bij mensen met (ernstig) overgewicht. Bij de een zal het wel helpen, bij de ander niet.

Het antwoord omvat een juiste conclusie met betrekking tot een beschreven resultaat van het experiment [1p] *en een daarop gebaseerde juiste afweging in hoeverre het wel of niet kan helpen.* [1p]

Een conclusie over de totale hoeveelheid bruin vet (de aan- of afwezigheid daarvan) bij de verschillende categorieën proefpersonen is niet juist, omdat onderscheid moet worden gemaakt in de mate van activiteit van bruin vet bij de verschillende groepen proefpersonen.

Groene soep door blauwalgen voorkomen

2p **27** Vissen eten zoöplankton dat zelf blauwalgen eet. Daardoor zal (bij een toename van het aantal vissen) de populatie blauwalgen kunnen toenemen. [1p]
Vissen eten zelf ook blauwalgen, waardoor (bij een toename van het aantal vissen) het aantal blauwalgen kan afnemen (en het is onduidelijk welk effect het grootst is). [1p]

1p **28** Deze vogels hebben de microcystines opgenomen uit hun voedsel (bijvoorbeeld uit vissen of schelpdieren) of uit het water.

2p **29** *Voorbeelden van een juist antwoord:*

- Een grote hoeveelheid (blauw)algen leidt tot minder waterplanten, met als gevolg dat er minder fotosynthese plaatsvindt (en het zuurstofgehalte in het water daalt).
- Een grote hoeveelheid (blauw)algen leidt tot meer reducenten, met als gevolg dat er meer dissimilatie plaatsvindt (en het zuurstofgehalte in het water daalt).
- In een dikke drijflaag van (blauw)algen neemt de bovenlaag alle licht weg waardoor in de blauwalgen daaronder alleen maar dissimilatie plaats vindt.
- De drijflaag van (blauw)algen neemt licht weg waardoor de ondergedoken waterplanten minder O_2 kunnen produceren.
- Bij het afsterven van de algen ontstaat er veel organisch materiaal dat door reducenten wordt afgebroken. Daarbij wordt veel O_2 verbruikt.
- Door de microcystines van blauwalgen gaan vissen dood, die naar de bodem zinken. De afvalopruimers verbruiken veel zuurstof bij het opruimen van de kadavers.

Uit het antwoord moet blijken dat een grote hoeveelheid (blauw)algen leidt tot minder waterplanten / tot meer reducenten, met een daarbij passende verklaring [1p] *en (als gevolg daarvan) er minder fotosynthese / er meer dissimilatie plaatsvindt (en het zuurstofgehalte in het water daalt).* [1p] *Het antwoord dat 's nachts door de dissimilatie van de grote massa blauwalgen het O_2-gehalte in het water daalt, is half goed omdat wat er overdag gebeurt ontbreekt. Ook blauwalgen produceren evenals waterplanten overdag zuurstof.*

Het antwoord dat in de zomer in het warme water minder zuurstof oplost, is geen correct antwoord omdat gevraagd wordt hoe algenbloei en niet de temperatuur tot een lager zuurstofgehalte van het water kan leiden.

2p **30** Het inlaten van zeewater in de winterperiode is niet zinvol omdat in de winter een zoutconcentratie bereikt wordt (variërend tussen 7 en 18 gram per liter) waarbij de blauwalgen niet afsterven / nog steeds vermeerderen. [1p]
De blauwalgenbloei vindt niet in de winterperiode plaats / vooral in de zomerperiode plaats. [1p]

2p **31** 1 wel *In de berekening volgens scenario 2 wordt de WHO-richtlijn niet overschreden.*
2 niet *Volgens scenario 3 (300 m^3 per seconde in de winter- en 17 m^3 per seconde in de zomer) wordt de WHO-richtlijn 3 keer overschreden.*
3 niet *Uit zowel scenario 1 als 2 blijkt dat doorspoelen in de zomer belangrijk is om aan de WHO-richtlijn te voldoen; doorspoelen in de winter lijkt weinig uit te maken.*
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]
Blauwalg (eigenlijk een onjuiste naam) is een cyano-bacterie en behoort niet tot het plantenrijk zoals echte algen.

De wolf komt eraan

1p **32** *Voorbeelden van een juist antwoord:*

- De wolven moeten zich dan in Nederland voortplanten.
- Er moet in Nederland ten minste een roedel leven.

2p **33** *Voorbeelden van een juiste beschrijving van een probleem, je moet er twee noemen:*

- Als het dier een predator is, kunnen bepaalde prooisoorten verdwijnen.
- Het dier kan een nieuwe ziekte overdragen aan inheemse dieren.
- De nieuwe soort kan, door gebrek aan predatoren, een plaag vormen.
- Het dier kan de niche bezetten van een inheems dier, waardoor de overlevingskans van deze soort kleiner wordt.
- Een nieuwe plantensoort kan een bepaalde plantensoort wegconcurreren.

[per juiste beschrijving: 1p]

3p **34**
- autosomale marker: 4 (marker-allelen) [1p]
- X-chromosomale marker: 3 (allelen) [1p]
- Y-chromosomale marker: 1 (allel) [1p]

Alle nakomelingen zijn afkomstig van één ouderpaar. Alle markers moeten dus in dit ene ouderpaar aanwezig zijn geweest. De oermoeder en de oervader hadden elk twee markers op het onderzochte locus van het betreffende autosomenpaar. Alleen deze vier markers kunnen in de nakomelingen van dit paar aanwezig zijn. Samen had het oerpaar 3 verschillende X-chromosomen, dus maximaal 3 X-chromosomale markers. Het ene Y-chromosoom van het oerpaar levert de ene Y-chromosomale marker.
Boven de opgave staat dat eventuele recombinaties binnen een markerlocus buiten beschouwing gelaten worden; in dat geval zouden er namelijk meer verschillende markers aangetroffen kunnen worden.

2p **35** *Voorbeelden van een juist antwoord:*

- Er is dan meer genetische diversiteit waardoor de kans op adaptatie (bij verandering van milieu-omstandigheden) groter is.
- Er is dan minder inteelt waardoor de kans dat nadelige eigenschappen (bij homozygoot recessieve individuen) tot uiting komen kleiner is.
- Door de komst van nieuwe allelen wordt de populatie minder kwetsbaar / heeft de populatie een grotere overlevingskans.
- Verbeterde afweer is een positief effect van heterosis.

Uit het antwoord moet blijken dat door de komst van nieuwe allelen de populatie minder kwetsbaar wordt [1p] *en hierdoor de populatie een grotere overlevingskans heeft.* [1p]
Heterosis is het positieve effect op het fenotype als het genoom voor vele eigenschappen (kenmerken) heterozygoot is. De grote maïskolven van hybride maïs zijn hiervan een ander voorbeeld.

2p **36** 1 wel *De autosomen (niet-geslachtschromosomen) van het nieuwe mannetje worden opgenomen in de genenpool van de populatie; dat betekent ook dat er twee nieuwe markers, naast de reeds aanwezige vier markers, bijkomen.*
2 wel *Het nieuwe mannetje heeft één X-chromosoom en draagt die bij aan de genenpool van de populatie; er komt dus één nieuwe X-chromosomale marker bij de genenpool.*
3 wel *Het nieuwe mannetje heeft één Y-chromosoom en draagt die bij aan de genenpool van de populatie; er komt dus één nieuwe Y-chromosomale marker bij de genenpool.*
4 niet *Alleen de mitochondriën van de eicel komen in de zygote (bevruchte eicel); de mitochondriale genen van het nieuwe mannetje komen dus niet in zijn nakomelingen (en dus niet in de zich verder ontwikkelende populatie).*
[vier antwoorden juist: 2p; drie antwoorden juist: 1p; minder dan drie antwoorden juist: 0p]

2p **37** **F** Bij een groter leefgebied gaat er minder energie verloren in territoriumstrijd.
Bij een hogere dichtheid van prooidieren kost het minder energie om ze te vangen.
Als de draagkracht groter is, worden gedode prooien sneller vervangen.

2p **38** *Voorbeelden van een juist biologisch argument met toelichting (je moet er twee noemen):*
- Dit maakt een populatie op den duur gezonder, want wolven eten vooral de zwakkere exemplaren van een populatie.
- Er is minder verstoring van het ecosysteem, doordat het bejagen regelmatiger gebeurt.
- Er is minder impact op de populatie, omdat er niet in een keer een groot aantal prooidieren wordt gedood.
- Het schieten door de jagers veroorzaakt stress bij de overige dieren wat bijvoorbeeld hun voortplanting kan verstoren.
- De kringloop in het ecosysteem blijft op deze manier in stand aangezien afgeschoten dieren doorgaans worden afgevoerd.

Minder biologisch: • Door het inzetten van de wolf wordt loodvergiftiging door de hagel in het milieu voorkomen.
[per juist beschreven biologisch argument met toelichting: 1p]
Het antwoord dat het 'natuurlijker' is, of dat de wolf een aanwinst is voor de biodiversiteit, is niet juist omdat het geen antwoord geeft op de vraag is hoe het aantal edelherten te reguleren.

©ThiemeMeulenhoff

Examen 2018-II

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

De lauwbloedige koningsvis

Sommige vissen zijn 'lauwbloedig': ze produceren relatief veel warmte in hun lichaam, waardoor ze warmer zijn dan het koude water waarin ze leven. Welke aanpassingen hebben dergelijke vissen en hoe zijn die in de loop van de evolutie tot stand gekomen? Wetenschappers zoeken naar antwoorden.

De koningsvis (*Lampris guttatus*, afbeelding 1) is zo'n lauwbloedige (endotherme) vis. Amerikaanse visbiologen hebben ontdekt dat koningsvissen hun temperatuur in vrijwel het hele lichaam ongeveer vijf graden hoger kunnen houden dan hun omgeving.
De koningsvis komt voor in alle wereldzeeën. Hij wordt tot twee meter lang en 60 kilo zwaar. Hij heeft een afgeplatte vorm en beweegt zich voornamelijk voort door bewegingen van de borstvinnen. De koningsvis ziet er misschien niet echt uit als een predator, maar hij is wel degelijk een succesvol jager.

afbeelding 1

Endothermie komt alleen bij grote vissoorten voor.
2p **1** Leg uit dat het voor kleine vissoorten, door hun grotere oppervlakte-inhoud verhouding, ongunstig is om endotherm te zijn.

De koningsvis is extreem gespierd en zijn spieren zijn opvallend donkerrood, door een grote hoeveelheid myoglobine.
2p **2** Leg uit hoe de aanwezigheid van myoglobine in de spieren bijdraagt aan het jachtsucces van de koningsvis.

De onderzoekers vingen koningsvissen vanaf een visserij-onderzoeksschip.
Bij 22 vissen werd direct na de vangst de temperatuur gemeten van de borstvinspier en van een aantal andere lichaamsgebieden.
Vier andere gevangen vissen werden uitgerust met meetapparatuur (datarecorders) en daarna weer vrijgelaten. De datarecorders verzamelden gegevens over de temperatuur van de borstvinspier, de zwemdiepte en de watertemperatuur op die diepte.
Enkele resultaten van deze metingen staan in tabel 1.

tabel 1

lichaamsgebied	gem. temperatuur (°C) ± standaardafwijking	temperatuurverschil t.o.v. zeewater (°C) ± standaardafwijking	aantal onderzochte vissen
	aan dek gemeten koningsvissen		
borstvinspier	13,8 ± 1,5	3,8 ± 0,8	22
hart	13,2 ± 1,7	3,2 ± 0,7	21
schedel	16,1 ± 3,9	6,0 ± 3,0	22
buikholte	13,5 ± 1,6	3,5 ± 1,0	19
	vrij zwemmende koningsvissen met datarecorder		
borstvinspier	14,4 ± 0,4	4,8 ± 1,2	4

Volgens de onderzoekers is de samentrekking van de borstvinspieren de grootste bron van warmteproductie.
In de buikholte wordt veel minder warmte geproduceerd.

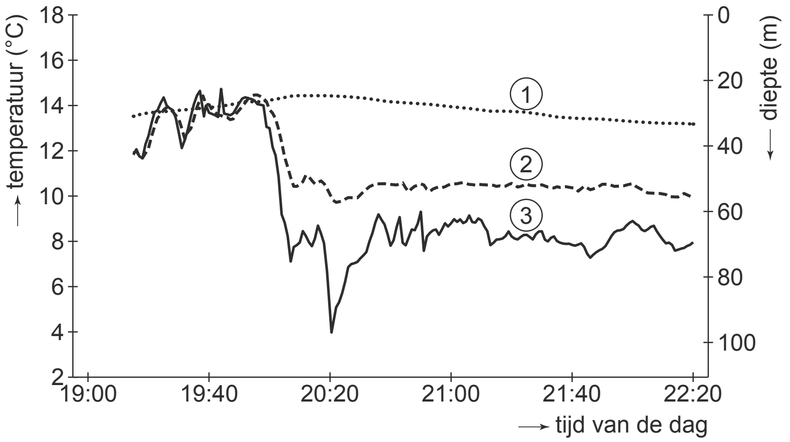
1p **3** Verklaar waardoor de buikholte toch vrijwel dezelfde temperatuur heeft als de borstvinspier.

Twee uitspraken over de gegevens in tabel 1 zijn:
1 Naast de borstvinspier is er nog een ander gebied waar veel warmte wordt geproduceerd.
2 Uit de grote spreiding in de gemeten temperaturen van de schedel blijkt dat deze metingen niet valide zijn.

2p **4** Welke van deze uitspraken wordt of worden ondersteund door de gegevens in tabel 1?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

In afbeelding 2 staan de resultaten van een meetperiode van ruim drie uur bij één van de vrij zwemmende koningsvissen, uitgerust met een datarecorder.

afbeelding 2

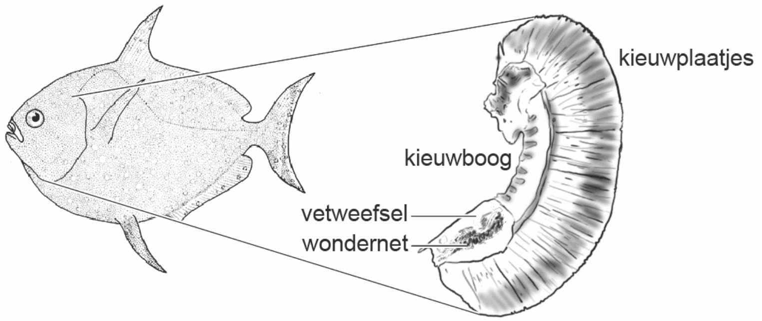


De drie genummerde lijnen in het diagram hebben betrekking op metingen van de zwemdiepte, de watertemperatuur op die diepte en de temperatuur van de borstvinspier.

1p **5** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter welke gemeten grootheid (zwemdiepte, watertemperatuur of temperatuur van de borstvinspier) bij de betreffende lijn hoort.

Net als zeehonden en pinguïns hebben ook koningsvissen een onderhuidse vetlaag om warmteverlies in koud water te reduceren.
Vissen hebben echter een enorm ‘warmtelek’ in de kieuwen, waar het bloed door een haarvatennet in nauw contact komt met het koude water. Zonder aanpassingen zouden endotherme vissen hierdoor het overgrote deel van de geproduceerde warmte verliezen.
Afbeelding 3 toont schematisch de bouw van een kieuw. Achter het kieuwdeksel zitten honderden dunne kieuwplaatjes aan halfronde kieuwbogen van bot. Dwars op elk kieuwplaatje staan weer honderden kleine lamellen met haarvaatjes waarin zuurstof uit het passerende water wordt opgenomen en koolstofdioxide uit het bloed wordt afgegeven.

afbeelding 3

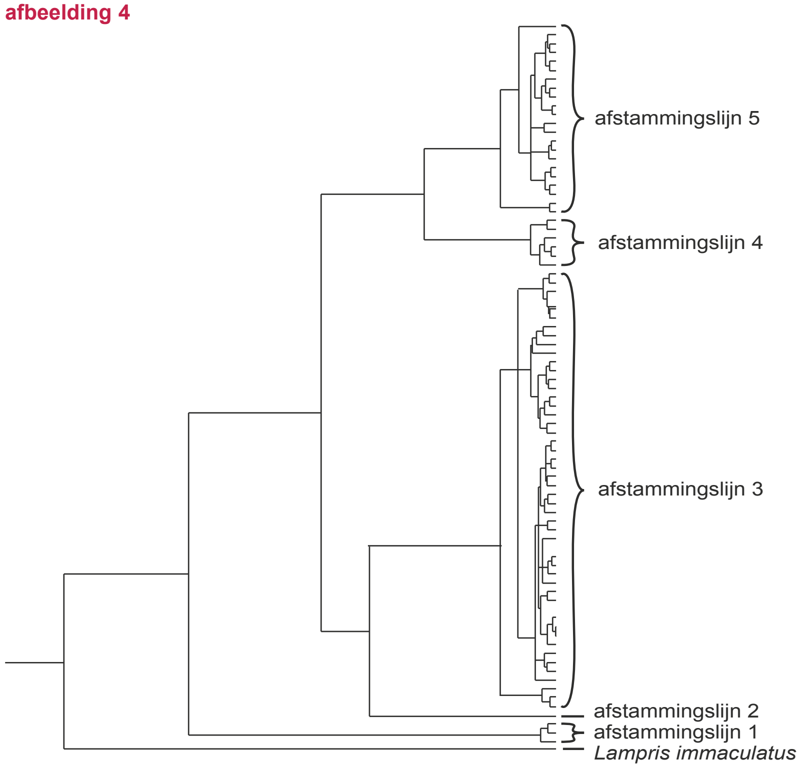


De onderzoekers vonden bij koningsvissen twee aanpassingen die het warmteverlies in de kieuwen beperken.
1 In de kieuwbogen ligt een ‘wondernet’: een kluwen van verstrengelde bloedvaatjes waarin het bloed dat naar de kieuwplaatjes gaat steeds vlak naast het bloed stroomt dat vanaf de kieuwplaatjes terug naar het lichaam gaat.
2 Rond de kieuwbogen zit een laagje vetweefsel.

3p **6**
– Leg uit hoe de tegengestelde stromingsrichtingen van het bloed in de bloedvaatjes van het wondernet het warmteverlies bij de koningsvis beperkt.
– Wat is de toegevoegde waarde van het vetweefsel op die plaats?

Een werknemer van een visgroothandel in Hawaii merkte op dat sommige koningsvissen grotere ogen hadden dan andere. Dat leidde bij geraadpleegde visbiologen tot de hypothese dat de koningsvis niet één soort is. Om dat te onderzoeken sequensten de visbiologen het mtDNA van 480 koningsvissen uit alle wereldzeeën en van de verwante soort *Lampris immaculatus*.
Op grond van variaties in het CO1-gen (dat codeert voor cytochroom c oxidase1) van de verschillende individuen concludeerden de onderzoekers dat er vijf afstammingslijnen zijn van de koningsvis *Lampris guttatus*.
Dit is weergegeven in het cladogram van afbeelding 4.

afbeelding 4



Op basis van dit cladogram worden drie beweringen gedaan:
1 *Lampris immaculatus* is de gemeenschappelijke voorouder van alle koningsvissen.
2 Afstammingslijn 2 is meer verwant met 4 dan met 1.
3 Afstammingslijn 3 is meer verwant met 4 dan met 5.

2p **7** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of de betreffende bewering **wel** of **niet** juist is.

Op de website van het tijdschrift *National Geographic* staat een bericht over de warmbloedige koningsvis. Donald reageert daarop: “Ik geloof dit niet! Als deze vis warmbloedig is, is hij dan geëvolueerd uit een zoogdier?”
Op school bespreken leerlingen het idee van Donald.
Drie reacties zijn:
1 Als lauwbloedige vissen, net zoals walvissen, uit zoogdieren zouden zijn geëvolueerd, dan zouden ze longen hebben en geen kieuwen.
2 Er heeft co-evolutie plaatsgevonden, waardoor zowel de koningsvissen als de zeezoogdieren endotherm werden en hierin op elkaar lijken.
3 Koningsvissen zijn de lauwbloedige evolutionaire schakel tussen de koudbloedige vissen en de warmbloedige zoogdieren.

2p **8** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of de betreffende reactie **wel** of **niet** juist is.

Nieuwe eilandjes voor de alvleesklier

Ruth is één van de ruim 10.000 Nederlandse diabetes type 1 patiënten jonger dan 25 jaar. Gelukkig voor Ruth is deze vorm van suikerziekte sinds de ontdekking van insuline niet meer levensbedreigend. In het verleden was het onderzoek gericht op het verbeteren van de kwaliteit van de insuline en de wijze van toediening; de uitdaging is nu om diabetes type 1 te genezen.
Toen Ruth vijf jaar was, kreeg zij de eerste symptomen van diabetes type 1: veel dorst en veel plassen. Meting van de bloedglucosewaarde door de huisarts wees uit dat deze was verhoogd. Ook werd glucose in haar urine aangetoond.
Diabetes type 1 is een auto-immuunziekte. Het immuunsysteem maakt antistoffen tegen de insulineproducerende β-cellen van de eilandjes van Langerhans.

Tijdens de embryonale ontwikkeling wordt het insuline-gen ook in de thymus afgelezen. In de thymuscellen van kinderen met diabetes type 1 blijkt de expressie van het insuline-gen lager te zijn dan bij gezonde kinderen.

2p **9** Leg uit dat een normale productie van insuline in de thymus nodig is om een auto-immuunrespons van T-cellen tegen β-cellen in de alvleesklier te voorkomen.

Bij gezonde personen veroorzaakt een tijdelijk hogere glucosewaarde in het bloed via regulatie van de ADH-afgifte een afname van de hoeveelheid geproduceerde urine.

2p **10** Neemt de ADH-afgifte door een hogere bloedsuikerspiegel toe of af?
Neemt de resorptie van water in de nieren dan toe of af?

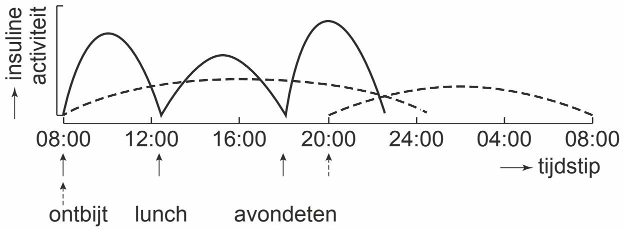
	ADH-afgifte	Resorptie van water
A	neemt af	neemt af
B	neemt af	neemt toe
C	neemt toe	neemt af
D	neemt toe	neemt toe

Als de diabetes van Ruth niet wordt behandeld zal zij, ondanks het hoge glucosegehalte in haar bloed, gewicht verliezen.

2p **11** Leg uit waardoor Ruth gewicht zal verliezen als ze geen insuline gebruikt.

Een hoge glucosewaarde in het bloed (hyperglycemie) is ongezond doordat kleine bloedvaatjes beschadigd worden. Ruth leerde daarom al op jonge leeftijd om vlak voor elke maaltijd een hoeveelheid snelwerkende insuline te injecteren. Daarnaast diende zij zichzelf tweemaal per dag een langzamer werkende insuline toe (afbeelding 1).

afbeelding 1



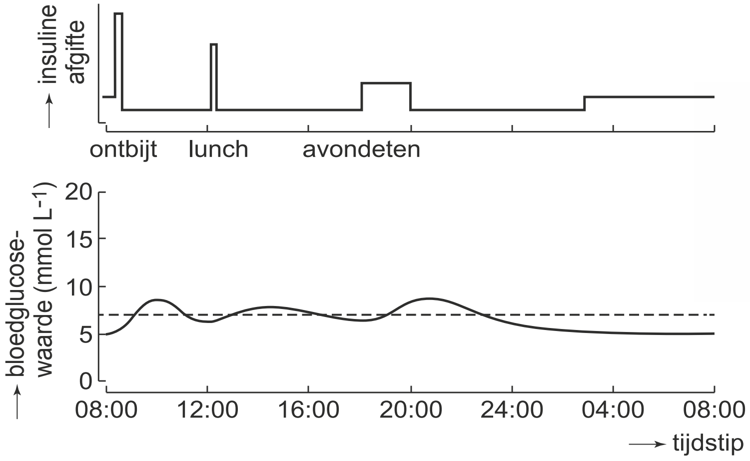
Legenda:
↑ injectie met snelwerkende insuline
⇡ injectie met langzaamwerkende insuline

Ook bij patiënten zoals Ruth die zich goed aan dit schema houden, komt het voor dat de bloedglucosewaarden ernstig schommelen. Zoals een lage bloedglucosewaarde (hypoglycemie) in de nacht en het 'dageraadfenomeen': een stijging van de bloedglucosewaarde in de vroege ochtend, vóór het ontbijt.

2p **12** Hoe is het 'dageraadfenomeen' bij diabetespatiënten het beste te verklaren?
- **A** Doordat er minder insuline in het bloed is, neemt de aerobe dissimilatie af.
- **B** Doordat er minder insuline in het bloed is, slaat de lever minder glucose op.
- **C** Doordat het glucosegehalte is gedaald, maakt de alvleesklier glucagon aan.
- **D** Tijdens de slaap wordt minder glucose verbruikt dan overdag.

Sinds haar 14e gebruikt Ruth een insulinepompje (afbeelding 2). Het pompje is geprogrammeerd om via een klein naaldje in de buik voortdurend insuline af te geven. Wanneer Ruth eet, berekent het pompje op basis van de koolhydraathoeveelheid die zij invoert, hoeveel insuline er dan extra nodig is (de maaltijdbolus).
De insulinetoediening door het pompje en het effect daarvan op bloedglucosewaarden gedurende een etmaal zijn vereenvoudigd weergegeven in de diagrammen van afbeelding 2.

afbeelding 2



Op basis van de gegevens over het gebruik van een insulinepompje worden de volgende beweringen gedaan:
1. De bloedglucosewaarden kunnen bij gebruik van een insulinepompje nooit hoger worden dan 10 mmol per liter.
2. De hoeveelheid insuline die het pompje bij het avondeten afgeeft is ongeveer de helft van de hoeveelheid bij de lunch.
3. Gebruik van het insulinepompje voorkomt het dageraadfenomeen.

2p **13** Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of de betreffende bewering **wel** of **niet** juist is.

Er is goede hoop op een doorbraak waardoor Ruth genezen kan worden. Onderzoekers van de universiteiten van Leiden, Maastricht, Utrecht en Eindhoven werken samen aan een onder de huid implanteerbare capsule, een soort theezakje van een gelatineachtige stof, waarin zich insuline producerende β-cellen bevinden. De cellen komen niet van een donor, maar zijn gevormd uit lichaamseigen stamcellen van de patiënt. De capsule voorkomt het optreden van een auto-immuunrespons tegen deze β-cellen.

Voor het succes van deze behandeling is het noodzakelijk dat de capsule die de β-cellen omhult, aan bepaalde eisen voldoet. Zo mogen de poriën erin niet te groot, maar ook niet te klein zijn, zodat bepaalde stoffen wél naar buiten en bepaalde andere stoffen niét naar binnen kunnen.

2p **14**
- Welke stof is bepalend voor de minimale grootte van de poriën in de gelcapsule?
- En welk type stoffen bepaalt de maximale grootte van de poriën?

Ook mag de gellaag die de β-cellen omhult niet te dik zijn. De diffusieafstand mag het goed functioneren van de β-cellen niet hinderen.

2p **15** Leg uit dat voor het goed functioneren van de β-cellen de diffusiesnelheid door de gellaag voor glucose zo hoog mogelijk moet zijn.

Een bijzondere band tussen grootvader en kleinkind

Duizenden grootvaders liepen rond met onbegrepen neurologische klachten totdat de Amerikaanse kinderarts Randi Hagerman een verband legde tussen de klachten van de grootvaders en de verstandelijke beperking van hun kleinkinderen.

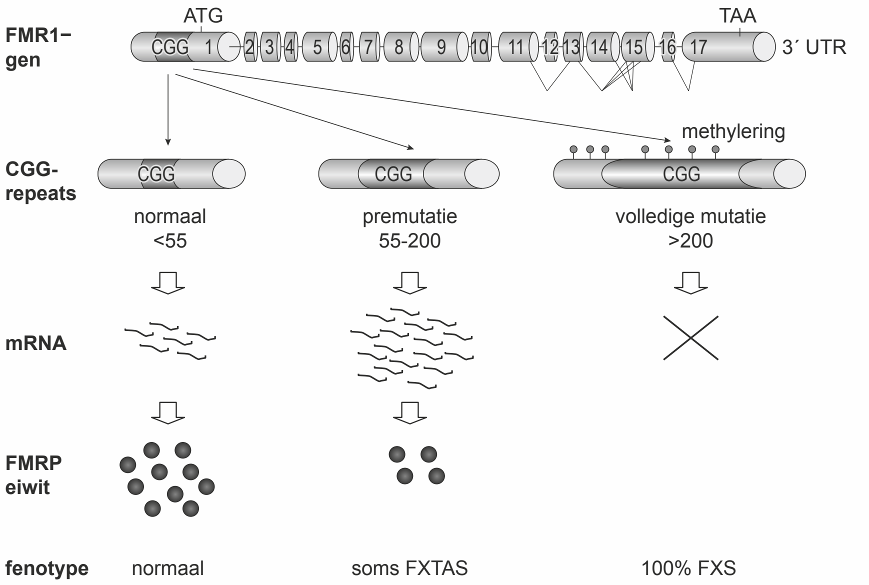
De grootvaders waren tot middelbare leeftijd gezond, maar vanaf hun 50ste levensjaar kregen zij geleidelijk meer last van bevingen, motorische problemen en achteruitgang van verstandelijke vermogens. Deze aandoening heet nu het fragiele X-gerelateerde ataxie syndroom (FXTAS). De aandoening van hun zwakbegaafde kleinkinderen wordt het fragiele X-syndroom (FXS) genoemd.
De namen verwijzen naar de 'fragiele' plaats op het X-chromosoom die ontstaat door een mutatie in het FMR1-gen, namelijk de toename van het aantal CGG-herhalingen (repeats) aan het begin van het gen. Deze plaats is tijdens een mitose onder een gewone microscoop als een dun stukje van het chromosoom zichtbaar.

Mutaties waarbij ergens in een gen een aantal extra repeats ontstaat, komen regelmatig voor. Mutaties waardoor het aantal trinucleotide-repeats (herhalingen van drie nucleotiden) verandert, zijn vaak minder ingrijpend dan die van het aantal dinucleotide-repeats (herhalingen van twee nucleotiden).

2p **16** Leg uit waardoor een verandering van het aantal dinucleotide-repeats op moleculair niveau grote gevolgen kan hebben.

Direct achter de promotor van het FMR1-gen liggen bij gezonde personen 6 tot 54 CGG-repeats. De volledige mutatie, met meer dan 200 CGG-repeats, leidt tot methylering en heeft FXS tot gevolg. Bij de premutatie, die kan leiden tot symptomen van FXTAS, ligt het aantal repeats tussen de 55 en 200.
Opvallend is dat als gevolg van de premutatie ongewoon veel mRNA gevormd wordt, wat soms leidt tot ophoping van RNA-eiwitcomplexen, waardoor dit RNA nauwelijks getransleerd wordt.
In afbeelding 1 is een indeling van deze mutaties in het FMR1-gen en hun gevolgen in zenuwcellen weergegeven.

afbeelding 1



1p **17** Waardoor wordt bij een volledige mutatie het eiwit FMRP niet gevormd?

De ophoping van RNA-eiwitcomplexen in zenuwcellen van iemand met de premutatie heeft een toxisch effect op deze cellen.

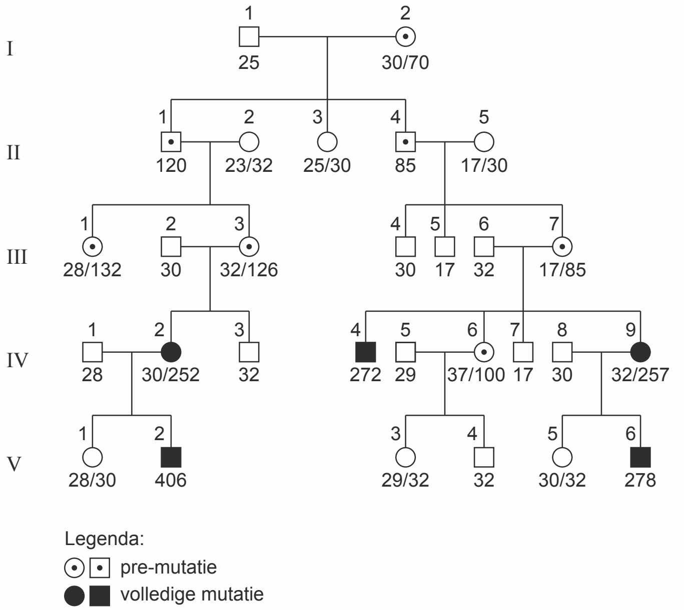
1p **18** Verklaar dat de uitval van zenuwcellen in de kleine hersenen kan leiden tot een deel van de symptomen van FXTAS.

Hoewel de premutatie recessief is, kunnen vrouwen met een heterozygoot genotype toch symptomen van FXTAS krijgen. Dit hangt samen met het feit dat bij hen in elke cel willekeurig één van de twee X-chromosomen geïnactiveerd is.

2p **19** Leg uit dat hierdoor de ernst van FXTAS bij vrouwen met één gemuteerd X-chromosoom onderling kan variëren.

In afbeelding 2 is een stamboom weergegeven van een familie waarin de aandoeningen FXS en FXTAS voorkomen. De getallen onder de symbolen van de familieleden geven het aantal CGG-repeats in het FMR1-gen op de X-chromosomen aan.

afbeelding 2



Als het aantal CGG-repeats groter is dan 55, is het aantal dat aan de volgende generatie wordt doorgegeven vaak niet stabiel. Er kan dan zowel afname als toename van het aantal repeats plaatsvinden.

Uit de stamboom (afbeelding 2) is af te leiden dat de premutatie in één generatie kan leiden tot een volledige mutatie in de daaropvolgende generatie.

2p **20** Tijdens welk proces of welke processen heeft deze verandering van premutatie naar mutatie in deze familie plaatsgevonden?

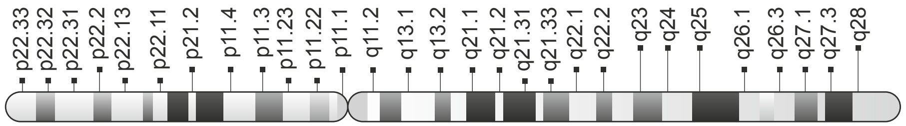
A alleen tijdens de vorming van eicellen
B alleen tijdens de vorming van zaadcellen
C tijdens de vorming van eicellen en tijdens de vorming van zaadcellen

De diagnose FXTAS bij grootvaders is aan het licht gekomen door de verstandelijke beperking van hun kleinkinderen met FXS.

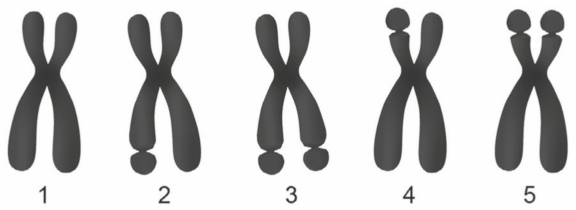
3p **21** Beschrijf aan de hand van gegevens in de stamboom (afbeelding 2) hoe de premutatie van een bepaalde grootvader stapsgewijs heeft geleid tot een volledige mutatie bij een bepaald kleinkind.

De locus van het FMR1-gen is Xq27.3 (q-arm van het X-chromosoom, positie 27.3). In afbeelding 3 is het X-chromosoom met verschillende loci afgebeeld.

afbeelding 3



Hieronder zijn X-chromosomen getekend die onder een gewone lichtmicroscoop te zien kunnen zijn. De fragiele plek is in een chromosoom met een volledige FMR1-mutatie als een insnoering zichtbaar.



2p **22** Noteer de nummers van de X-chromosomen die te zien zijn in een karyogram van persoon IV-9 uit de familiestamboom in afbeelding 2.

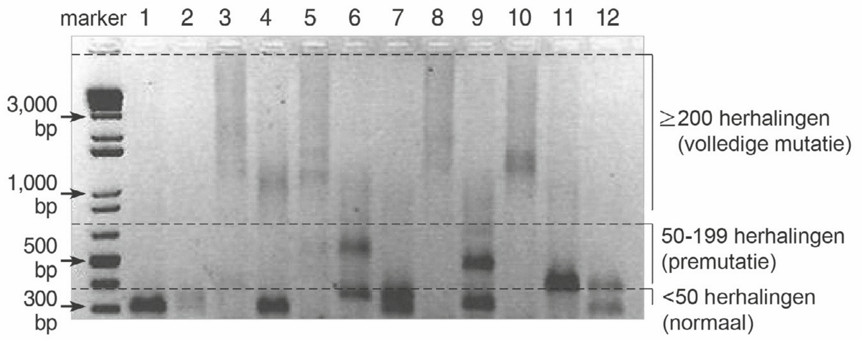
Ongeveer 30% van de mannen is drager van FXTAS. Om dit aan te tonen is het aantal CGG-repeats in het FMR1-gen bepaald.
Onderdeel van deze FXTAS-test is de PCR-techniek.

2p **23** Waarop berust het principe van de PCR-techniek?

A bepalen van de genexpressie
B hybridiseren van RNA
C op grootte scheiden van DNA-fragmenten
D repliceren van DNA-fragmenten

In afbeelding 4 is het resultaat van een FXTAS-test van twaalf mannen en vrouwen afgebeeld. Van elke persoon zijn stukjes DNA met het FMR1-gen gesorteerd op lengte. Bij een volledige methylering zijn geen bandjes zichtbaar, maar verschijnt er een diffuse streep.

afbeelding 4

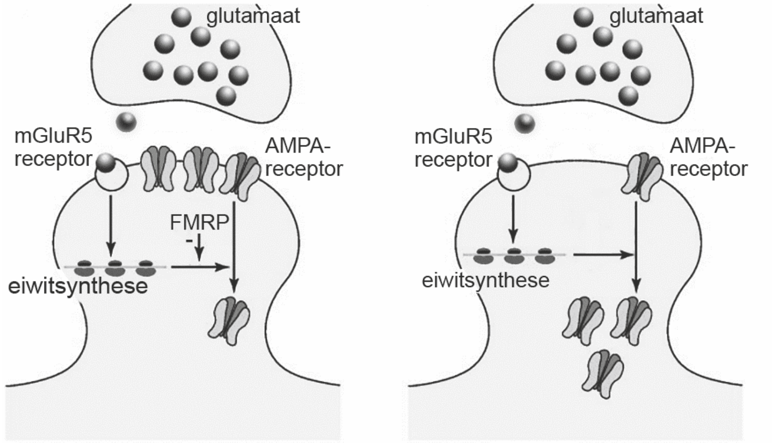


2p **24** Wie van deze personen is een man die FXTAS zou kunnen krijgen ?
A persoon 6
B persoon 7
C persoon 9
D persoon 11

Uit onderzoek bleek dat bij knock-out-muizen die het eiwit FMRP niet maken, de ontwikkeling van de hersenschors in de embryonale fase wordt vertraagd. Na de geboorte leidt het ontbreken van FMRP tot veranderingen in synapsen in de hersenen waardoor leer- en geheugenproblemen ontstaan.

Normaliter worden tijdens het leren de contacten tussen zenuwcellen in de hersenen sterker door de vermeerdering van receptoren voor neurotransmitters in het celmembraan. Zo leidt stimulering van bepaalde glutamaatreceptoren (mGluR5) tot de synthese van eiwitten die de hoeveelheid van andere glutamaatreceptoren (AMPA) van zenuwcellen in het celmembraan beïnvloeden.
In afbeelding 5 is links een normaal functionerende synaps in de hersenen weergegeven, rechts een synaps van iemand met FXS.

afbeelding 5



normaal **fragiele X syndroom**

2p **25** Leg uit aan de hand van de gegevens in afbeelding 5 waardoor bij personen met FXS de synaps verzwakt raakt.

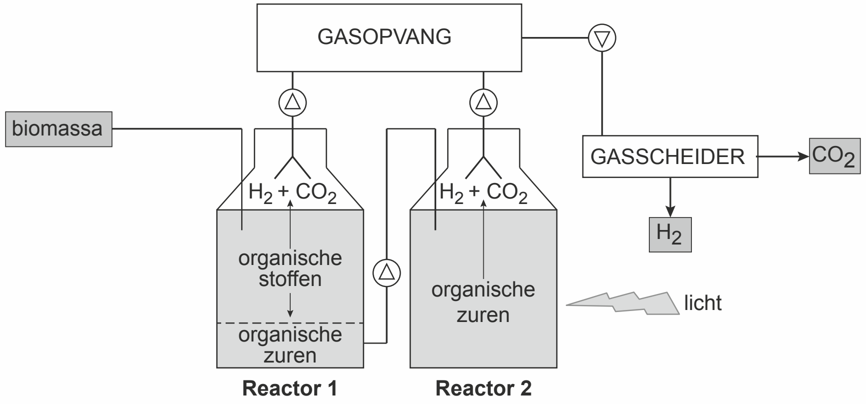
Onderzoekers hopen een medicijn te vinden dat de symptomen van FXS kan verminderen.

2p **26** Leg uit hoe gebruik van muizen met een knock-out-gen voor dit onderzoek nuttig kan zijn.

Biologische productie van waterstofgas

Vanwege de opwarming van de aarde wordt naarstig gezocht naar alternatieven voor fossiele brandstoffen. Waterstofgas (H_2) is zo'n alternatief, want bij de verbranding van H_2 komt uitsluitend water vrij. De industriële productie van dit gas is echter nog verre van CO_2-neutraal.

Door de inzet van H_2-producerende bacteriën is het in de toekomst misschien wel mogelijk om op een milieuvriendelijke wijze waterstofgas te produceren. Een opstelling hiervoor met twee reactoren wordt getest door procestechnologen.
In de eerste reactor zetten bacteriën organisch stoffen (bijvoorbeeld uit aardappelschillen) om in organische zuren, H_2 en CO_2. In een tweede reactor worden de organische zuren onder invloed van licht door andere bacteriën omgezet in nog meer H_2 en CO_2. Hieronder staat een schematische weergave van deze opstelling.



Doel van het testprogramma is het optimaliseren van het proces, onder andere door een geschikte vorm van biomassa te vinden. Zo is er geëxperimenteerd met aardappelschillen, een restproduct van de industriële verwerking van aardappelen tot frites.
Dit restproduct bevat verschillende typen polysachariden.

1p **27** Noteer de namen van twee typen polysachariden in dit restproduct.

Een ander onderdeel van het testprogramma is het selecteren van geschikte micro-organismen. Voor reactor 1 lijkt de anaerobe thermofiele *Caldicellulosiruptor saccharolyticus* een geschikte kandidaat. Deze bacterie bevat het enzym hydrogenase dat in reactor 1 de onderstaande reactie versnelt:

$H^+ + NADH \rightarrow H_2 + NAD^+$

1p **28** Wat is het belang van de vorming van NAD^+ voor *C. saccharolyticus*?

Bacteriën kunnen chemo-autotroof, chemo-heterotroof, foto-autotroof of foto-heterotroof zijn.
Door de aanwezigheid van organische zuren in reactor 2 wordt er in de daar aanwezige purperbacteriën geen CO_2 verbruikt.

2p **29** Welke leefwijze hebben de purperbacteriën in reactor 2?
A chemo-autotroof
B chemo-heterotroof
C foto-autotroof
D foto-heterotroof

In beide reactoren van de proefopstelling komt CO_2 vrij.

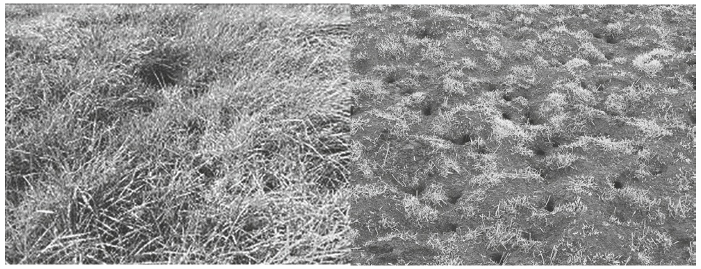
1p **30** Verklaar dat de processen die in reactor 1 en 2 plaatsvinden CO_2-neutraal genoemd kunnen worden.

Wat te doen aan de muizenplagen?

In 2014 en 2015 was er in Friesland veel schade door grote aantallen veldmuizen (afbeelding 1). Graslanden die er in augustus nog goed uitzagen, waren in maart kaal en vol met muizengangen (afbeelding 2). In opdracht van verschillende organisaties, zoals het Wetterskip Fryslân, onderzochten ecologen hoe de veldmuizenpopulaties te beheersen zijn.

afbeelding 1

afbeelding 2



Veldmuizen (*Microtus arvalis*) leven bij voorkeur in graslanden, wegbermen, slootkanten en dijken, waar ze eten van de grassen en kruiden. Ze graven meterslange gangenstelsels in de grond, met diepliggende nesten en voorraadkamers.
De populatiegrootte varieert gedurende het jaar.
Omdat de meeste veldmuizen de winter niet overleven zijn de aantallen in het voorjaar relatief klein. In de zomer, wanneer de omstandigheden gunstiger zijn en het gras hard groeit, neemt de populatie snel toe. Als dan in het najaar ook de nieuwe generaties veldmuizen aan de voortplanting deelnemen, kan de toename enorm zijn. Soms komen er zo veel veldmuizen dat ze zich ook vestigen in landbouwpercelen, waar ze eten van de gewassen die er groeien.

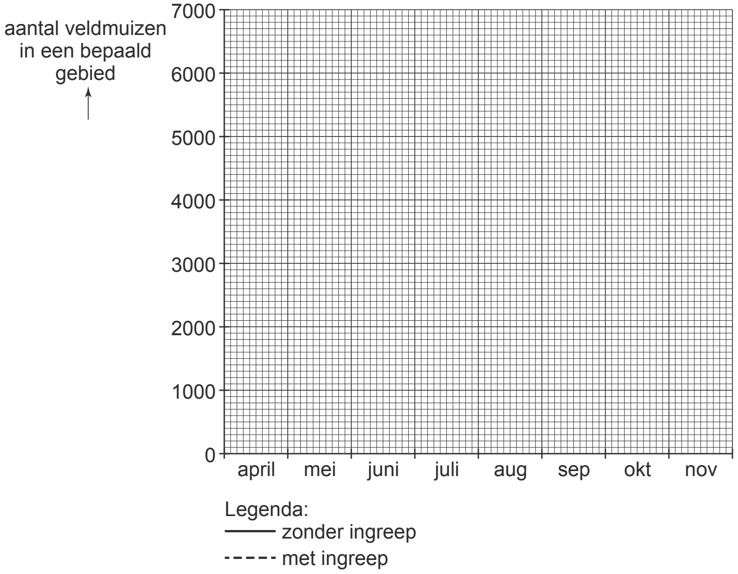
Er is een grens aan het aantal individuen van een soort dat zich in een bepaald gebied langdurig kan handhaven.

1p **31** Welke vakterm gebruiken ecologen hiervoor?

Tijdens het hoogtepunt van de plaag hebben boeren geprobeerd de veldmuizen te verdrijven door het land tijdelijk onder water te zetten. Het zou echter beter zijn om de veldmuizen te bestrijden voordat er overlast en schade is.

Veronderstel dat in een bepaald gebied begin mei 10 veldmuizen leven en dat dit aantal zal stijgen tot 6000 individuen begin november.
Zou in dit gebied al in een vroeg stadium worden ingegrepen, dan kan dit het aantal individuen in november aanzienlijk beperken. Een mogelijkheid is om al begin juli het land enkele dagen onder water te zetten, waardoor de populatie halveert.
In de uitwerkbijlage is een assenstelsel getekend. Om een beeld te geven van het verschil tussen wel en niet ingrijpen, kan in dit assenstelsel het verloop van de aantallen veldmuizen in de twee beschreven situaties vergeleken worden.

2p **32** – Schets in onderstaand diagram het verloop van het aantal veldmuizen wanneer er niet ingegrepen wordt,
– en schets het verloop als er wél ingegrepen wordt door het enkele dagen onder water zetten van het land begin juli.



Het is de vraag of bestrijding door het onder water zetten van het land op het hoogtepunt van de plaag beter is dan de plaag op zijn beloop laten en de winter afwachten.

2p **33** – Verklaar dat afwachten wel eens een goede oplossing zou kunnen zijn,
– en verklaar dat door het land onder water te zetten op het hoogtepunt van de plaag, de plaag het volgende jaar juist erger zou kunnen worden.

Boeren kunnen de veldmuizenpopulatie ook terugdringen met muizengif zoals bromadiolon, een vitamine-K-antagonist.
Vitamine K is nodig voor de vorming van trombine in het bloed.

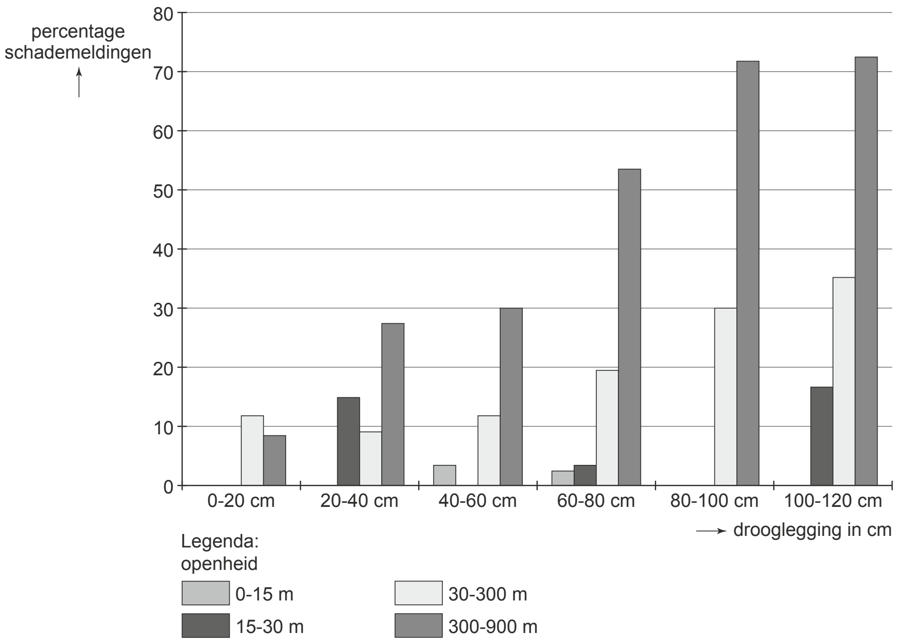
2p **34** Waaraan sterven muizen na het eten van bromadiolonkorrels?
Ze sterven aan
A de gevolgen van trombose doordat er minder fibrine gevormd wordt.
B de gevolgen van trombose doordat er minder fibrinogeen gevormd wordt.
C inwendige bloedingen doordat er minder fibrine gevormd kan worden.
D inwendige bloedingen doordat er minder fibrinogeen gevormd kan worden.

In een gebied met grote aantallen muizen komen meer stikstofverbindingen in het oppervlaktewater terecht. In sommige gebieden met muizenschade was de concentratie stikstof in de sloten met 70% toegenomen. Er worden drie uitspraken gedaan om dit te verklaren:

1 Veldmuizen bevorderen door hun gegraaf de ammonificatie en nitrificatie;
2 Veldmuizen verspreiden poep en urine met daarin stikstof- verbindingen;
3 Veldmuizen tasten het gras aan waardoor het minder nitraat opneemt.

2p **35** Welke van deze uitspraken geeft of geven een juiste verklaring? Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en schrijf erachter of de betreffende verklaring wel of niet juist kan zijn.

In het onderzoek naar het ontstaan van veldmuizenplagen is bepaald wat de invloed is van de openheid van het landschap (hoe ver je kunt kijken zonder dat er struiken en bomen in het zicht staan) en de drooglegging (verlaging van het grondwaterpeil ten opzichte van het maaiveld). Deze variabelen staan in een database met landschapsgegevens.
In deze database is heel Nederland opgedeeld in zeshoeken met een grootte van 1 km^2. Van alle zeshoeken met dezelfde openheids- en drooglegginsklasse is bepaald in hoeveel procent hiervan melding was gemaakt van muizenschade.
Het resultaat is weergegeven in onderstaand diagram.



Twee beweringen naar aanleiding van dit onderzoek zijn:

1 De drooglegging is als factor belangrijker voor het ontstaan van schade door veldmuizen dan de openheid van het grasland.
2 Schade in een klein en door struiken en bomen beschut grasland wordt eerder opgemerkt dan schade in een weids grasland.

2p **36** Welke bewering wordt of welke beweringen worden ondersteund door de gegevens in het diagram van afbeelding 3?

A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

Ecologen onderscheiden twee typen predatoren:

1 Specialisten, zoals de wezel, die slechts op een of enkele prooisoorten prederen;
2 Generalisten, zoals de vos, die allerlei prooisoorten eten en makkelijk overschakelen.

Veldmuizen worden gegeten door zowel specialisten als generalisten.
In Nederland en Duitsland komen muizenplagen vooral voor in grote uitgestrekte graslanden. Een ingrijpende ecologische maatregel om deze plagen te voorkomen, is het omvormen van deze graslanden tot een heterogeen landschap bestaande uit kleinere graslanden afgewisseld met akkerbouwland, heggetjes en bosjes.

2p **37** – Verklaar welk type predator hierdoor wordt aangetrokken.
– Waardoor is juist dit type predator in staat veldmuizenplagen te voorkomen?

Een melkveehouder in Friesland wil zijn percelen grasland enkele keren maaien om het gras als hooi op te slaan voor de winter. Maatregelen die ecologen voorstellen tegen een veldmuizenplaag zijn onder andere:

1 Nestkasten plaatsen, zodat roofvogels aangetrokken worden;
2 Bodembewerking, zoals het machinaal omploegen van het grasland.

2p **38** – Licht toe dat hij maatregel 1 alleen preventief (ter voorkoming van een veldmuizenplaag) kan toepassen.
– Licht toe dat hij maatregel 2 alleen curatief (ter bestrijding van een veldmuizenplaag) zal toepassen.

Hints bij examen 2018-II

1 Kleinere organismen hebben per volume-eenheid een groter oppervlak.
2 Net als hemoglobine slaat myoglobine tijdelijk zuurstof op.
3 Het zijn vrij grote vissen; zie ook hint 1.
4 Metingen zijn metingen.
5 In tabel 1 staat dat de temperatuur van tonijn circa 4 graden hoger is dan van zeewater.
6 Tegenstroomprincipe zorgt voor maximale warmte-uitwisseling.
7 Afstammingslijnen 4 en 5 hebben een jongere gemeenschappelijke voorouder dan 3 en 4.
8 Zoogdieren zijn endotherm; zij konden het dus niet worden.
9 T-cellen die op lichaamseigen antigenen passen worden in de vroege jeugd uitgeschakeld.
10 Zoek werking ADH op in BiNaS of ScienceData.
11 Voor glucose is er een nierdrempel. De nier kan niet onbeperkt glucose terug-resorberen.
12 Het glucosegehalte in het bloed wordt gereguleerd door tenminste 2 hormonen.
13 Bekijk de duur van de insuline-afgiften.
14 Welke stoffen mogen niet in de capsule komen?
15 Waardoor wordt de productie van de β-cellen gestuurd?
16 Een codon heeft drie nucleotiden; per drie nucleotiden verschuift het leesraam niet.
17 Methylering speelt hierbij een rol.
18 De kleine hersenen zijn belangrijk voor spiercoördinatie.
19 Het toeval speelt een rol; willekeurig deel van de cellen hebben normaal fenotype.
20 Zoek de combinaties van ‘ouder met premutatie’ en ‘patiënt’ op.
21 Er zijn 2 grootvaders waar je kunt starten.
22 De fragiele plek is aanwezig in de lange arm.
23 Zoek PCR op in BiNaS of ScienceData.
24 Mensen met een premutatie kunnen op latere leeftijd FXTAS krijgen.
25 FMRP voorkomt verlies aan receptoren (zie afbeelding 6).
26 Deze knock-outmuizen staan model voor mensen met deze ziekte.
27 Een van de polysachariden vormt een groot deel van celwanden.
28 Zoek de functie van NAD^+ op in BiNaS of ScienceData.
29 De inhoud van reactor 2 in afbeelding 1 wordt belicht.
30 Wat is de bron van de C in de CO_2 die vrijkomt uit de reactoren?
31 Ecologen noemen dit de … kracht.
32 De stippellijn in juli begint op de helft van het aantal dan aanwezige muizen.
33 De muizen kunnen tijdelijk wegtrekken bij overstroming.
34 Bromadiolon is een antistollingsmiddel. Een trombus is een bloedstolsel.
35 Door graven komt er meer lucht (met zuurstof) tussen aarde/humusdeeltjes.
36 Vergelijk de schade bij openheid en verlaging van grondwaterpeil in geschatte procenten.
37 In een heterogeen landschap is altijd wel wat te vinden.
38 Als er nog geen veldmuizen zijn, heeft ploegen weinig nut / is ploegen contra-productief.

 ©ThiemeMeulenhoff ©ThiemeMeulenhoff

Uitwerkingen bij examen 2018-II

De lauwbloedige koningsvis

2p **1** Kleine vissen hebben (door hun relatief grotere lichaamsoppervlak) meer warmteverlies (dan grote vissen). [1p]
Er is (naar verhouding) meer voedsel/energie nodig (voor endothermie / warmteproductie). [1p]
Naarmate een organisme kleiner is, heeft het een groter oppervlak per volume-eenheid en dus meer afkoeling.

2p **2** Er is (een extra hoeveelheid) O_2 in het myoglobine opgeslagen / er komt vanuit het myoglobine (extra) O_2 beschikbaar (als de pO_2 te laag wordt). [1p]
De zwemspieren kunnen (daardoor) meer energie vrijmaken / langer (aeroob) dissimileren (en kan de vis daardoor sneller/langer jagen). [1p]
Myoglobine is een zuurstofbindend eiwit in rode spieren. Het heeft een sterkere affiniteit voor zuurstof dan hemoglobine. Daardoor diffundeert zuurstof van hemoglobine naar myoglobine.

1p **3** De (door de borstvinspieren) opgewekte warmte wordt door de bloedsomloop vervoerd (naar de buikholte) / de warmte die de organen in de buikholte opwekken, wordt (door het grote volume van de vis) goed vastgehouden.

2p **4** **B** In tabel 1 blijkt dat de schedel met 16,1 ± 3,9 °C het warmste gemeten lichaamsgebied is. Ook de hartspier en buikholte hebben een flink hogere temperatuur dan zeewater.
De grote spreiding in de gemeten temperatuur van de schedel geeft aan dat er grote verschillen zijn tussen de metingen bij verschillende vissen. De validiteit staat daar los van. Een meting is niet valide wanneer er een systematische meetfout wordt gemaakt (je meet iets anders dan je wilt meten). Een temperatuurmeting is dan steeds te hoog of juist steeds te laag.

1p **5** 1 temperatuur (van de) borstvinspier
2 watertemperatuur
3 zwemdiepte
[drie antwoorden juist: 1p; minder dan drie antwoorden juist: 0p]
Uit de tabel 1 blijkt dat de borstvinspier gemiddeld 4 °C warmer is dan het omgevende water (2), dus ligt die lijn (1) daar gemiddeld 4 °C boven. In tegenstelling tot de lichaamstemperatuur van de endotherme vis kan de zwemdiepte binnen enkele minuten sterk variëren (3). De lijn van de watertemperatuur (2) zal daarin meegaan omdat in dieper water de temperatuur lager is doordat er op grotere diepte minder warmte van de zon doordringt.

3p **6** *Voorbeeld van een juist antwoord:*
Het bloed dat richting de kieuwen stroomt is warm en het bloed dat uit de kieuwplaatjes terugstroomt is koud. [1p] Doordat het warme en koude bloed in de kieuwboog tegengesteld en vlak naast elkaar stroomt (in het wondernet), wordt de warmte uit het aangevoerde bloed afgegeven aan het bloed dat terugstroomt naar het lichaam. [1p] Doordat de kieuwboog waarin dit gebeurt geïsoleerd is met een vetlaagje gaat daar ook weinig warmte verloren. [1p]

2p **7** 1 niet *Lampris immaculatus en de koningsvis hebben een gemeenschappelijke voorouder.*
2 wel *Afstammingslijn 1 splits als eerste af van de gemeenschappelijke voorouder van de koningsvissen. Afstammingslijn 2 t/m 5 zijn daardoor meer verwant aan elkaar dan aan afstammingslijn 1.*
3 niet *Afstammingslijn 4 en 5 delen een recentere gemeenschappelijke voorouder en zijn dus meer verwant aan elkaar dan aan afstammingslijn 3.*
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]

2p **8** 1 wel *Een nieuwe soort behoudt altijd enkele kenmerken van de voorouder. Alle (water) zoogdieren zijn endotherm, zogen hun jongen en hebben longen.*
2 niet *Co-evolutie is een proces waarbij geheel verschillende soorten zich continu aan elkaar aanpassen (bv. een gastheer en zijn parasiet). Het tweemaal onafhankelijk van elkaar ontstaan van endothermie is een voorbeeld van analoge evolutie.*
3 niet *Zoogdieren delen een recentere gemeenschappelijke voorouder met reptielen en vogels. Warmbloedigheid (endothermie) is waarschijnlijk in die lijn ontstaan.*
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]

Nieuwe eilandjes voor de alvleesklier

2p **9** In de thymus worden als gevolg van blootstelling aan insuline de juiste T-cellen geselecteerd. *of* In de thymus ‘leren’ de T-cellen wat (lichaamsvreemd en) lichaamseigen is. *of* In de thymus zullen T-cellen die een auto-immuunrespons tegen insuline op gang zouden brengen, niet uitrijpen. [1p]
Daardoor worden (β-)cellen die insuline produceren (in de alvleesklier) door het afweersysteem niet aangevallen/vernietigd. [1p]

2p **10** **D** De hypofyse reageert op de verhoogde osmotische waarde van het bloed met afgifte van ADH. Onder invloed van ADH neemt de resorptie van water in de nieren toe, waardoor de osmotische waarde van het bloed daalt en de homeostase gehandhaafd blijft (BiNaS 85D, 89A, ScienceData 19.11, 28.5).

2p **11** Het transport van glucose vanuit bloed naar de cellen is verhinderd (door het ontbreken van insuline). *of* De cellen nemen minder glucose op (door het ontbreken van insuline). *of* Er wordt (meer) glucose uitgescheiden (door het ontbreken van insuline). [1p]
Er moet (intussen wel) vetverbranding/eiwitverbranding plaats vinden (waardoor ze vermagert). *of* Er is onvoldoende energie/bouwstof voor de bouw van cellen maar er worden wel steeds cellen afgebroken. [1p]
De nieren kunnen maar tot op zekere hoogte (nierdrempel) glucose uit de voorurine terugresorberen. Boven de nierdrempel verdwijnt glucose in de urine en gaat zo verloren als bouw- en brandstof voor de aanmaak van nieuwe cellen.

2p **12** **C** Het dageraadfenomeen is het stijgen van de bloedglucosewaarde in de vroege ochtend. Doordat tijdens de nacht onder invloed van de langzaamwerkende insuline glucose uit het bloed o.a. in de lever is opgenomen, maakt de alvleesklier glucagon aan. Onder invloed van glucagon wordt weer glycogeen in de lever omgezet in glucose.
Doordat er minder insuline in het bloed is, wordt er minder glucose in cellen, waaronder die van de lever, opgenomen.
De bloedglucosewaarde zou daardoor minder snel dalen, maar niet stijgen.
Door glucoseverbruik tijdens de slaap zou de bloedglucosewaarde moeten dalen; het verklaart dus niet de stijging.

2p **13** 1 niet *Het pompje berekent de benodigde insulineafgifte op basis van de door de patiënt ingevoerde koolhydraatinname. Onjuiste invoer kan leiden tot te hoge bloedglucosewaarden.*
2 niet *De hoeveelheid insuline die per tijdseenheid wordt afgegeven is weliswaar de helft, maar de insulineafgifte houdt na het avondeten langer aan.*
3 wel *Volgens afbeelding 2 wordt rond 03.00 uur in de ochtend insuline door het pompje afgegeven waardoor het dageraadfenomeen voorkomen wordt (zie verloop glucoseconcentratie).*
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]

2p **14** – insuline [1p]
– antistoffen/cytokinen/complementeiwitten. [1p]
[als de twee juiste antwoorden zijn omgedraaid: 1p]
De insuline mag dus wel naar buiten, maar er mogen geen antistoffen binnenkomen die de β-cellen aanvallen/onwerkzaam maken. Ook cytokinen en complementeiwitten kunnen de werking van de β-cellen verstoren.
De immuuncellen mogen zeker niet bij de β-cellen komen, maar ook de kleinere antistoffen, cytokinen en complementeiwitten niet. De grootte van deze laatste stoffen bepalen dus de maximale poriëngrootte van de capsule. Het antwoord dat immuuncellen de poriën niet mogen passeren, is dus onjuist.

2p **15** De β-cellen moeten snel een verhoging/verandering van de glucoseconcentratie (in het bloed) opmerken [1p] om tijdig insuline af te kunnen geven / om de bloedsuikerspiegel te normaliseren. [1p]

Een bijzondere band tussen grootvader en kleinkind

2p **16** Het leesraam verandert (in veel gevallen, door verandering van het aantal dinucleotiden). *of* Er ontstaan andere codons/tripletten. [1p]
Er wordt (daardoor) voor andere aminozuren gecodeerd / een ander (mogelijk niet functioneel) eiwit gevormd. [1p]
Een leesraam deelt de nucleotiden in per drie. Zodra er één nucleotide wegvalt of bij komt verschuift het leesraam en worden na de verschuiving andere codons afgelezen.

1p **17** Er kan door methylering (van de promotor) geen transcriptie plaatsvinden. *of* Er kan zonder mRNA geen translatie plaatsvinden.
Gemethyleerd DNA kan niet afgelezen (transcriptie) worden, dus geen mRNA en dus geen eiwitvorming aan het ribosoom. (ScienceData 16.8)

1p **18** De kleine hersenen coördineren spierbewegingen (en bij uitval kunnen bevingen en motorische problemen ontstaan).

2p **19** Door toeval wordt bepaald of in een (zenuw)cel het gemuteerde/intacte X-chromosoom wel of niet is ge(ïn)activeerd [1p] en (dus) hoeveel (van deze) cellen het eiwit (gecodeerd door een intact FMR1-gen) wel/niet kunnen produceren. [1p]
of
Indien toevallig in een overmaat van cellen van een orgaan het intacte X-chromosoom is geïnactiveerd, kunnen er uitvalsverschijnselen optreden van dat orgaan. [2p]
Het antwoord dat het aantal repeats verschilt, is niet juist. Vrouwen met één volledig gemuteerd X-chromosoom (>200 repeats) worden onderling vergeleken. Bij deze vrouwen vindt in geen van de cellen waar het intacte X-chromosoom is geïnactiveerd transcriptie (en translatie) plaats.

2p **20** **A** Een verandering van premutatie naar mutatie vindt plaats wanneer het aantal repeats in de volgende generatie is toegenomen tot boven de 200. Dit gebeurde bij de vorming van eicellen bij persoon III-3 en III-7. Individuen IV-2, IV-4 en IV-9 hebben daardoor allemaal meer dan 200 repeats.

3p **21** Grootvader II-1 geeft de premutatie door aan zijn dochter (III-3). [1p]
Bij het doorgeven naar haar kind neemt het aantal repeats toe [1p], waardoor het aantal bij zijn kleinkind (IV-2) tot boven de 200 is gestegen / gestegen is tot 252. [1p]
of
Grootvader II-4 geeft de premutatie door aan zijn dochter (III-7). [1p]
Bij het doorgeven naar haar kind neemt het aantal repeats toe [1p], waardoor het aantal bij zijn kleinkind (IV-4/IV-9) is gestegen tot boven de 200 / tot 272/257. [1p]

2p **22** (chromosoom) 1 [1p]
(chromosoom) 3 [1p]
Bij het X-chromosoom met 32 repeats zijn geen insnoeringen te zien (chromosoom 1). Het X-chromosoom met 257 repeats is volledig gemuteerd en heeft daardoor een insnoering aan het uiteinde van de lange arm (locus q27.3 in afbeelding 3). Omdat de chromatiden in een chromosoom identiek zijn, is dit chromosoom 3. De chromosomen in afbeelding 4 zijn weergegeven zoals ze zichtbaar zijn tijdens een metafase (BiNaS 70A, ScienceData 14.10).

2p **23** **D** Bij Polymerase Chain Reaction (PCR) wordt het DNA-monster meerdere cycli verhit om de DNA-strengen van elkaar te scheiden, waarna het enzym DNA-polymerase langs beide strengen nieuwe nucleotiden plaatst (BiNaS 71M2, ScienceData 16.15).
Het op grootte scheiden van de DNA-fragmenten heet elektroforese. Deze stap volgt in de FXTAS-test na de PCR-techniek. Het bepalen van de genexpressie berust op het meten van de mRNA-productie en/of de eiwitproductie.
Het hybridiseren van RNA (of enkelstrengs DNA) met een deel van het te verdubbelen stuk DNA is een onderdeel van het PCR-proces. Dit RNA (of enkelstrengs DNA) is de primer. Het dient als startpunt voor DNA-polymerase.

2p **24** **D** Persoon 11 heeft één bandje en dus één X-chromosoom; dat chromosoom heeft een premutatie.
Personen 6 en 9 zijn vrouwen met een normaal X-chromosoom en een X-chromosoom met een premutatie.
Persoon 7 is een vrouw en heeft in beide X-chromosomen een normaal aantal herhalingen.

2p **25** Bepaalde eiwitten die gevormd worden (na stimulering van de mGluR5-receptoren) worden normaal door FMRP (in hun activiteit) geremd. [1p] Zonder FMRP worden (als gevolg van de activiteit van die eiwitten) de AMPA-receptoren uit het (postsynaptisch) celmembraan verwijderd (waardoor de synaps verzwakt). [1p]

2p **26** In deze muizen kan het FMR1-gen/FMRP-gen worden uitgeschakeld / maken deze muizen geen FMRP [1p], zodat de effectiviteit van stoffen in het verminderen van FXS-symptomen op deze muizen getest kan worden. [1p]

Biologische productie van waterstofgas

1p **27** *Voorbeelden van een juist type polysacharide:*
- cellulose
- zetmeel / amylose / amylopectine

Het noteren van lignine, chitine of glycogeen, is niet juist. Lignine komt voor in de celwanden van houtachtige plantendelen. Chitine komt voor in de celwanden van schimmels en het exoskelet van geleedpotigen. Glycogeen bestaat uit aaneengeregen glucosemoleculen in lever en spieren.
Zie voor de bouw van de betreffende stoffen BiNaS 67F3, ScienceData 13.1d.

1p **28** Hierdoor kan de anaerobe dissimilatie / glycolyse blijven verlopen. *of* Hierdoor kan het NAD^+ weer elektronen opnemen.
BiNaS 68B, ScienceData 13.9c

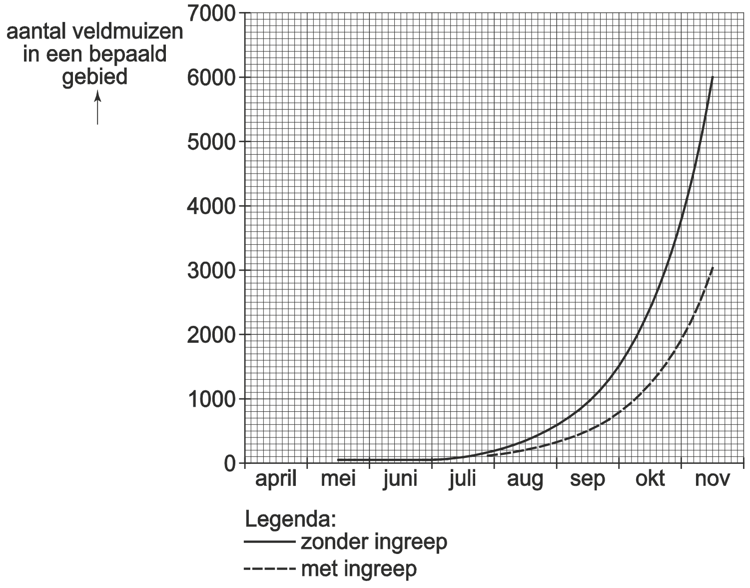
2p **29** **D** De purperbacteriën in Reactor 2 maken H_2 en CO_2 vrij uit organische zuren onder invloed van licht.
Heterotrofe bacteriën zijn afhankelijk van organische voedingstoffen; foto-heterotrofe bacteriën halen daarbij ook energie uit licht (= foto).
Chemo-autotrofe bacteriën halen hun energie uit oxidatie van anorganische stoffen; chemo-heterotrofe bacteriën zijn daarnaast ook afhankelijk van organische stoffen (BiNaS 69D, ScienceData 13.8).

1p **30** De CO_2 die vrijkomt was (kort daarvoor) opgenomen bij de fotosynthese / voor de assimilatie van biomassa / door aardappelplanten.
CO_2-neutraal wil zeggen, dat bij het betreffende proces geen CO_2 uit fossiele brandstof vrij komt.

Wat te doen aan de muizenplagen?

1p **31** draagkracht
Bij overschrijding van de draagkracht treedt een onomkeerbare verandering op (bv. woestijnvorming door overbegrazing door geiten).

2p **32** *Voorbeeld van een juist ingevuld diagram:*



Een doorgetrokken lijn die begint bij ongeveer 10 muizen (tussen 0 en 100) in mei en eindigt bij 6000 in november met (min of meer) het verloop van een J-curve. [1p]
Daaronder een stippellijn (eventueel vanuit de doorgetrokken lijn) die in juli aanvangt op ongeveer de helft van het aantal van de doorgetrokken lijn en eindigt op ongeveer 3000 (tussen 1500 en 4000) in de maand november met (min of meer) het verloop van een J-curve. [1p]

2p **33** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- – Doe je niets dan stort de populatie vanzelf in door overbevolking.
  – Als je het land onder water zet verdrinken veel muizen, maar als er een paar het overleven hebben deze, als het water is weer weg is, meer kans om de winter te overleven.
- – Als je niets zou doen, kunnen ze massaal doodgaan door voedselgebrek.
  – Als je het land onder water zet, trekken sommige muizen weg. Als het weer droog is komen ze terug en dan is er meer voedsel voor dat kleine aantal waardoor de populatie weer kan groeien.

Uit de verklaringen moet blijken dat een grote populatiedichtheid vanzelf kan leiden tot massale sterfte [1p] *en dat een (door het water) gereduceerde populatie, betere overlevingskansen/voortplantingskansen heeft.* [1p]

2p **34** **C** Trombine katalyseert de omzetting van fibrinogeen in fibrine, waardoor er bloedstolling plaats vindt. Bromadiolon remt de werking van vitamine K, waardoor er minder trombine wordt gevormd en het bloed slecht stolt.
Een trombose is een bloedstolling (zie ook BiNaS 84O, ScienceData 19.6). Antagonist betekent letterlijk tegenwerker.

2p **35** 1 wel *Door het graven wordt de bodem omgewoeld en worden organische resten (voor ammonificatie) en zuurstof (voor nitrificatie) toegankelijk gemaakt voor micro-organismen in de bodem.*
2 wel *Poep bevat onverteerde resten voedsel, urine bevat onder meer de stikstofverbindingen ureum ($(NH_2)_2CO$) en urinezuur.*
3 wel *Door het graven beschadigen de muizen het wortelstelsel.*
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]

2p **36** **A** 1 De invloed van drooglegging op het percentage schademeldingen is het grootst bij een openheid van 300-900m, en wel ± 9x (8% bij 0-20 cm; 72% bij 80-120 cm). De invloed van openheid is veel groter, bv. bij 60-80 cm drooglegging is het 4% bij 0-15 m tot 54% bij 300-900 m, dus meer dan 13x. Bij de andere trajecten van drooglegging is het nog meer.
2 Van 30 tot 300 meter kun je beschouwen als beschut grasland en 300 tot 900 meter als weids grasland. Bij de meeste metingen per droogleggingtraject nemen de schademeldingen toe met de openheid. Hoe opener het landschap, hoe beter de schade zichtbaar is.
Voor een goede vergelijking ontbreken essentiële waarnemingen. Bij een openheid van 15-30 meter (met meldingen van slechts 3 sectoren) is het beeld wat de drooglegging betreft willekeurig. In de tekst staat verder dat 'meldingen' van schades opgenomen zijn (in een opener landschap valt schade meer op); er zijn dus geen objectieve metingen gedaan op basis waarvan bewering 1 ondersteund kan worden.

2p **37**
– Generalisten worden aangetrokken (door een heterogeen landschap) omdat er veel verschillende prooisoorten leven. *of* Specialisten kiezen voor een homogeen landschap waar hun prooi het meest voorkomt. *of* Specialisten trekken weg zodra er ergens weinig veldmuizen meer te vinden zijn. [1p]
Een antwoord gebaseerd op de aanwezigheid van schuilplaatsen of nestgelegenheid voor de predator, of een keuze voor specialisten, is niet juist. Schuilplaatsen en nestgelegenheid kunnen ook specialisten aantrekken, alleen een toename in de diversiteit van prooisoorten trekt in het bijzonder generalisten aan.
– Generalisten blijven aanwezig als er weinig veldmuizen zijn. *of* Generalisten stappen makkelijk over op veldmuizen zodra die populatie groeit (en remmen zo de groei van de veldmuispopulatie blijvend af). [1p]

2p **38**
– (maatregel 1 wordt het best preventief toegepast) omdat de roofvogels alleen een kleine populatie veldmuizen in toom kunnen houden / omdat er na het plaatsen van de nestkasten niet direct roofvogels zijn. [1p]
– (maatregel 2 wordt alleen curatief toegepast) omdat er door het omploegen geen gras meer is voor de koeien / er geen hooi geoogst kan worden (en het daarom pas wordt toegepast als het grasland door schade al opgegeven is). [1p]
Het antwoord dat omploegen alleen curatief is als er veel (nesten van) veldmuizen zijn, is niet juist. Het voortplantingsseizoen van de muizen, waarin er dus ook veel (nesten van) veldmuizen zijn, valt samen met de periode waarin het gras het snelste groeit. Als de boer dan ploegt, kan hij geen hooivoorraad aanleggen.

©ThiemeMeulenhoff

Examen 2019-I

De eerste ademteug

De eerste ademteug na de geboorte is een spannend moment. Vooral bij een te vroeg geboren baby gaat ademhalen moeilijk en vaak moet dan worden beademd (afbeelding 1).
Nieuwe behandelingen vergroten de overlevingskans van een te vroeg geboren baby.

afbeelding 1

Na de geboorte vindt er bij een baby een grote verandering in de manier van gaswisseling plaats. Vóór de geboorte werden zuurstof en koolstofdioxide via de placenta uitgewisseld. Meteen na de geboorte worden de longblaasjes voor het eerst volgezogen met lucht en gaat er meer bloed naar de longen.

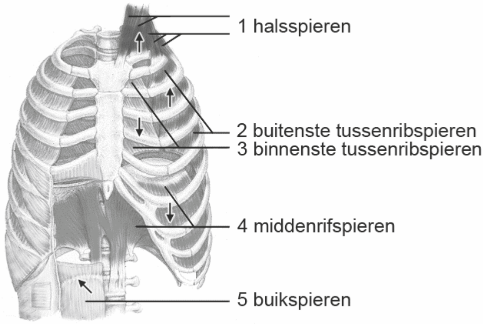
Het duurt vaak even voordat een pasgeboren baby ademt.
In die korte tijd neemt de ademprikkel steeds meer toe, waarna de ademhaling op gang komt.

2p **1** Door welke veranderde bloedwaarde(n) wordt de ademprikkel sterker?
Waar wordt deze verandering gemeten door de chemoreceptoren?

	veranderde bloedwaarde(n)	plaats chemoreceptoren
A	alleen afname pO_2	in de aorta
B	alleen afname pO_2	in de longaders
C	toename pCO_2 en afname pO_2	in de aorta
D	toename pCO_2 en afname pO_2	in de longaders

Enkele spieren die betrokken zijn bij de longventilatie zijn in afbeelding 2 met een nummer aangeduid.
Met pijlen is aangegeven in welke richting de ribben bewegen als deze spiergroepen samentrekken.
Ook de richting waarin het middenrif beweegt als de middenrifspieren samentrekken, is met een pijl aangegeven.

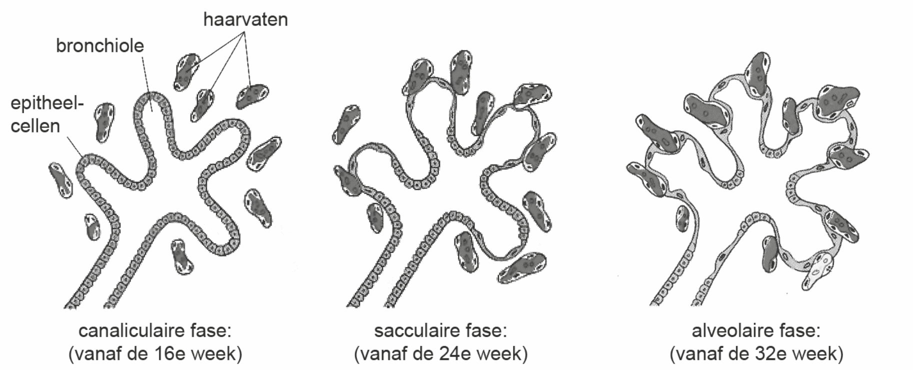
afbeelding 2



2p **2** Welke van deze ademhalingsspieren leveren een grote inspanning bij de eerste ademteug van een pasgeboren baby?
A alleen 1 en 2
B alleen 3 en 4
C alleen 3 en 5
D alleen 1, 2 en 4
E alleen 1, 2 en 5
F alleen 3, 4 en 5

Hoe goed de gaswisseling verloopt na de geboorte is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de longen. In afbeelding 3 zijn de anatomische veranderingen van bronchioli (waaruit zich de longblaasjes ontwikkelen) in verschillende ontwikkelingsfasen weergegeven.

afbeelding 3



Vanaf de 26e week van de embryonale ontwikkeling wordt in de bronchioli een steeds grotere hoeveelheid surfactant geproduceerd. Surfactant is een mengsel van lipiden en eiwitten dat ervoor dient om de oppervlaktespanning in de longblaasjes te verlagen. Daardoor kunnen de longblaasjes makkelijker open blijven.

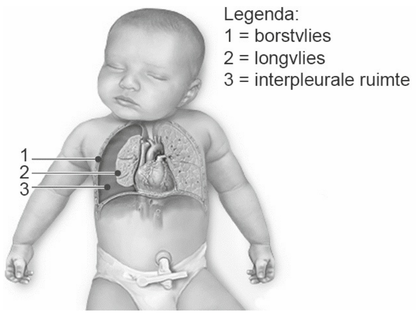
Bij een vroeggeboorte zijn de overlevingskansen voor een baby waarvan de longen in de sacculaire fase verkeren groter dan wanneer de longen nog in de canaliculaire fase zijn.
Een verklaring hiervoor is de verbeterde gaswisseling door veranderingen in de bouw van het longweefsel.

2p **3** Noteer twee veranderingen in de bouw van het longweefsel (afbeelding 3) die leiden tot een verbeterde gaswisseling in de sacculaire fase.

Een te vroeg geboren baby met ernstige ademhalingsproblemen wordt behandeld met behulp van een mechanisch beademingsapparaat.
De klassieke manier van beademen is dat de longen worden volgepompt en weer leeggezogen. Bij het leegzuigen kunnen longblaasjes dichtklappen. Ook bij het volpompen kan er schade ontstaan aan de tere longblaasjes.

Mogelijke gevolgen van de klassieke mechanische beademing zijn dat longblaasjes knappen en het longvlies wordt geperforeerd.
Hierdoor laat het longvlies los van het borstvlies. Er is dan een klaplong ontstaan (afbeelding 4).

afbeelding 4



Enkele longwaarden zijn:
1 restvolume
2 totale longvolume
3 vitale capaciteit

2p **4** Welke waarde is of welke waarden zijn bij een klaplong verminderd?
A alleen 1
B alleen 2
C alleen 3
D alleen 1 en 3
E alleen 2 en 3
F 1, 2 en 3

Om beschadiging van de nog niet goed ontwikkelde longen te voorkomen, wordt bij voorkeur CPAP (continuous positive airway pressure, afbeelding 1) toegepast: via een maskertje wordt continu lucht met een licht verhoogde luchtdruk naar de longen gevoerd.
CPAP-beademing vergemakkelijkt het vullen van de longblaasjes. Het belangrijkste effect heeft het inblazen van de lucht echter tijdens de uitademing: er is minder risico op beschadiging aan de longblaasjes van vroeggeborenen dan bij klassieke beademing.

1p **5** Waardoor voorkomt CPAP-beademing met name tijdens de uitademing schade?

Bij alle behandelingen moet zo steriel mogelijk gewerkt worden, omdat ook het immuunsysteem van een vroeggeboren baby nog niet goed ontwikkeld is.
De vroeggeborene bezit minder monocyten (voorlopers van macrofagen) dan een voldragen baby.

2p **6** Leg uit dat als gevolg hiervan zowel de aspecifieke als de specifieke afweer minder goed is dan die van een voldragen baby.

Mambagif als pijnstiller

De zwarte mamba (*Dendroaspis polylepis,* afbeelding 1) is de giftigste slang van Afrika. Met een snelle beet injecteert zij een gifcocktail die een mens binnen 20 minuten kan doden.

Als je wordt gebeten door de zwarte mamba, moet je zo snel mogelijk een antiserum toegediend krijgen. Antiserum wordt verkregen uit dieren, vaak paarden, die geïmmuniseerd zijn door een injectie met het slangengif.
Nadat je antiserum toegediend hebt gekregen, kan echter een allergische reactie ontstaan.

afbeelding 1

Een aantal processen van het afweersysteem zijn:
1 activatie van cytotoxische T-cellen
2 sensibilisatie van mestcellen
3 afgifte van mediatoren

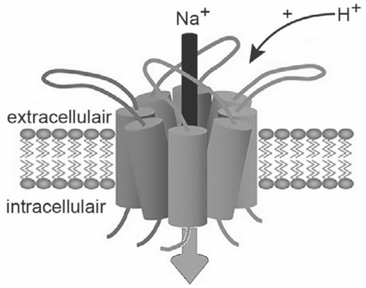
2p **7** Welke van deze processen kan of welke kunnen betrokken zijn bij het ontstaan van een allergische reactie?
A alleen 1
B alleen 2
C alleen 3
D alleen 1 en 2
E alleen 2 en 3
F 1, 2 en 3

Onderzoekers van het Moleculair en Cellulair Farmacologisch Instituut in Valbonne (Frankrijk) vonden twee krachtige pijnstillende eiwitten in het gif van de mamba.
Pijn heeft een functie bij het beperken of vermijden van lichaamsschade en wordt veroorzaakt door stimulering van uiteinden van speciale sensorische neuronen. Deze pijnreceptoren kunnen reageren op thermische prikkels (hitte, kou), mechanische prikkels (aanraking, druk) en chemische prikkels. Wanneer pijnreceptoren worden gestimuleerd beschrijven mensen de pijn óf als een snelle, kortdurende scherpe pijn óf als een langdurige zeurende pijn. Scherpe pijn wordt ervaren bij stimulatie van Aδ-receptoren. Dit type pijn is niet voelbaar in de meeste diepliggende weefsels en organen. De zeurende pijn wordt ervaren bij stimulering van C-receptoren, bijvoorbeeld als gevolg van een ontsteking. Deze pijnreceptoren komen zowel in de huid als in de dieper liggende organen voor.

2p **8** Leg uit, aan de hand van een voorbeeld, waarom het functioneel is dat aan de lichaamsoppervlakte vooral Aδ-receptoren aanwezig zijn.

ASIC-kanalen (acid sensing ion channels, afbeelding 2) in het membraan van bepaalde neuronen zijn betrokken bij het genereren van pijnsignalen.
Beschadigde cellen scheiden protonen (H^+) uit. Deze protonen kunnen pijn opwekken doordat ze ASIC-kanalen van pijnreceptoren openen.

afbeelding 2

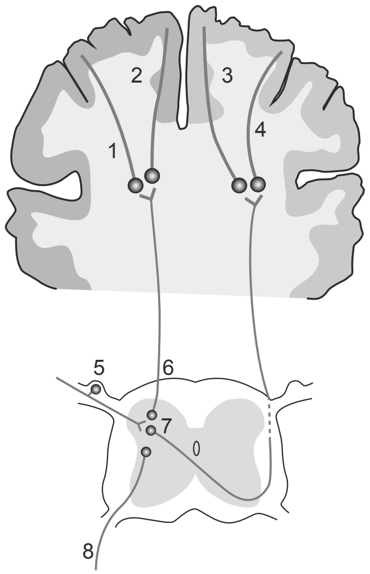


Als je door een slang in je hand gebeten wordt, doet dat pijn doordat in de pijnreceptoren impulsen ontstaan die via sensorische neuronen en schakelcellen naar de hersenen worden geleid.

2p **9** Hoe leidt zo'n slangenbeet op celniveau tot het ontstaan van een impuls?
A Instroom van H^+-ionen leidt tot hyperpolarisatie van pijnreceptoren.
B Instroom van H^+-ionen leidt tot depolarisatie van pijnreceptoren.
C Instroom van Na^+-ionen leidt tot hyperpolarisatie van pijnreceptoren.
D Instroom van Na^+-ionen leidt tot depolarisatie van pijnreceptoren.

Een dwarsdoorsnede door de grote hersenen en een dwarsdoorsnede door het ruggenmerg zijn schematisch weergegeven in afbeelding 3. Een aantal neuronen is aangegeven met de nummers 1 tot en met 8.

afbeelding 3



Na een slangenbeet in de rechterhand worden impulsen naar de hersenen geleid.

2p **10** Welke baan volgen de impulsen na opwekking in een pijnreceptor in de hand tot aan de pijngewaarwording? Schrijf de drie nummers die deze baan aangeven (in afbeelding 3) in de juiste volgorde op.

Welk type pijn ervaren wordt, kan het best worden onderzocht bij mensen, maar dat stuit op bezwaren. Daarom vindt in eerste instantie dierexperimenteel onderzoek plaats, met een beperkt bruikbaar resultaat.

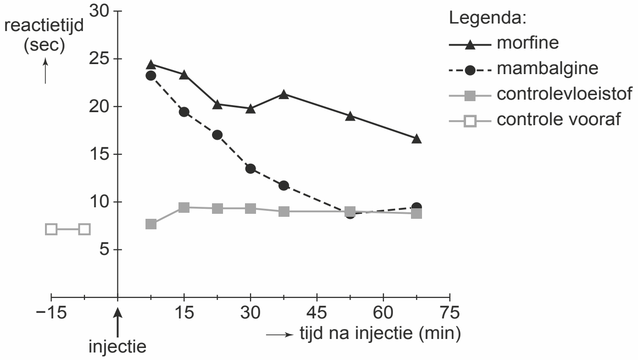
1p **11** Waardoor is het resultaat van dierexperimenteel onderzoek naar pijnbeleving beperkt bruikbaar?

Om hevige pijn te onderdrukken wordt in het ziekenhuis soms morfine toegediend, maar morfine heeft een aantal vervelende bijwerkingen. In slangengif van de zwarte mamba vond de Franse onderzoeksgroep een alternatief voor morfine. Het slangengifeiwit mambalgine blijkt pijn bij muizen te onderdrukken, zonder zichtbare bijwerkingen.
De onderzoekers bestudeerden de werking van dit mambalgine in een experiment met muizen. De muizen werden in drie groepen verdeeld die alle een injectie in de hersenvloeistof kregen:

- Groep 1 kreeg een oplossing met 31 nanomol morfine.
- Groep 2 kreeg een oplossing met 0,34 nanomol mambalgine.
- Groep 3 kreeg een controlevloeistof ingespoten.

Na de injectie werd op verschillende tijdstippen aan de staart van de muizen een pijnprikkel toegediend. Vervolgens werd genoteerd hoe snel de muizen daarop reageerden door hun staart terug te trekken.
De resultaten van deze proef zijn weergegeven in afbeelding 4.

afbeelding 4



Bij de muizen is op twee tijdstippen vóór het toedienen van een injectie de terugtrekreactie van de staart genoteerd.
Over deze twee extra metingen worden drie beweringen gedaan:

1. Daarmee kun je controleren of het injecteren zelf een verandering in de terugtrekreactie geeft.
2. Daarmee kun je controleren of de toegediende prikkel een meetbaar effect heeft.
3. Daarmee kun je bepalen wat de (gemiddelde) ‘basissnelheid’ is van de terugtrekreacties.

2p **12** Zet de drie nummers onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter of de bewering **wel** of **niet** een doel kan zijn van de extra metingen.

Twee beweringen naar aanleiding van het muizenexperiment zijn:

1. Morfine heeft een sterker pijnstillend effect dan eenzelfde dosering mambalgine.
2. De pijnstilling door morfine is van kortere duur dan de pijnstilling door mambalgine.

2p **13** Welke bewering wordt door het experiment ondersteund?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

Als mambalgine een nieuw medicijn bij pijnbestrijding wordt, is het nodig om het grootschalig te produceren. Dit kan door het mambalgine-gen in te brengen in het genoom van een bacterie. Vervolgens zou deze bacterie onder gecontroleerde omstandigheden mambalgine kunnen produceren. Het DNA dat daartoe moet worden ingebouwd is een genconstruct dat onder andere cDNA (copy-DNA) van het mambalgine-gen omvat.

Het cDNA wordt verkregen door van mambalgine-mRNA, met behulp van het enzym reverse transcriptase, mambalgine-cDNA te maken.

2p **14**
- Wordt hiervoor pre-mRNA of rijp mRNA (na splicing) gebruikt?
- Verklaar je keuze.

Voor het maken van het recombinant-DNA zijn levende cellen uit de gifklier van een slang nodig.

1p **15** Waardoor zijn alleen cellen uit de gifklier bruikbaar?

Aziatische genen verbeteren het Europees vleesvarken

Veel gunstige eigenschappen van het Europees vleesvarken zijn afkomstig van Chinese zeugen. Deze eigenschappen werden ingekruist om het Europese varkensras te verbeteren.

Na het ontstaan van het wild zwijn (*Sus scrofa*), ongeveer 4 miljoen jaar geleden, heeft deze voorouder van onze vleesvarkens zich vanuit Zuidoost-Azië over Eurazië verspreid. Domesticatie van varkens heeft zo'n 10.000 jaar geleden zowel in Europa als in Azië plaatsgevonden. Het huidige Europees vleesvarken (*Sus scrofa domesticus*) is ongeveer 200 jaar geleden ontstaan in het Verenigd Koninkrijk. De Engelse varkenshouders haalden destijds zeugen uit China die vruchtbaarder en vetter waren en kruisten die met hun eigen varkens. Dankzij de Aziatische genen produceren onze vleesvarkens nu meer biggetjes en beter vlees. In afbeelding 1 is dit in een vereenvoudigd cladogram weergegeven.

afbeelding 1

2p **16** Welke term is van toepassing op het verkrijgen van nieuwe eigenschappen in het Europees vleesvarken, weergegeven door de pijl in afbeelding 1?
- **A** emergente eigenschap
- **B** flessenhalseffect
- **C** founder effect
- **D** genetic drift
- **E** gene flow
- **F** mutatie

De gedomesticeerde Aziatische en Europese varkensrassen leefden geografisch gescheiden van elkaar tot de mens ze bij elkaar bracht.

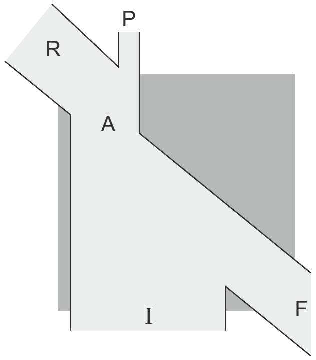
2p **17** Beschrijf twee manieren waarop de grote uiterlijke verschillen tussen deze twee varkensrassen kunnen zijn ontstaan.

Gedomesticeerde dierenrassen hebben meestal een geringere genetische variatie dan populaties in het wild.
Uit onderzoek blijkt dat de genetische variatie bij het Europees vleesvarken juist groot is.

1p **18** Beschrijf aan de hand van een voorbeeld dat genetische variatie voordelig kan zijn voor de vleesvarkenproductie.

In afbeelding 2 is een energiestroomschema weergegeven dat voor vleesvarkens gebruikt kan worden. Hierin zijn vijf componenten met een letter aangegeven.

afbeelding 2



Legenda:
A = assimilatie (resorptie)
P = productiviteit
R = respiratie (dissimilatie)
F = feces (ontlasting)
I = inname energie

De voedsel-naar-vlees-conversiefactor geeft aan welk deel van de energie in het varkensvoer wordt omgezet in varkensvlees.
Door gericht fokken heeft het huidige vleesvarken een heel gunstige conversiefactor gekregen, onder andere doordat component R kleiner is geworden.

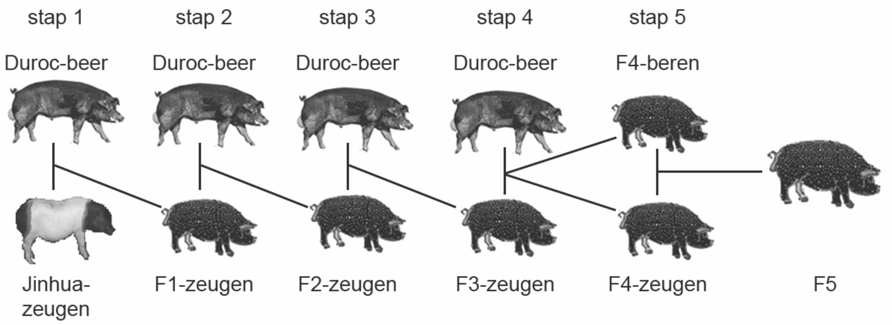
1p **19** Licht toe hoe door gericht fokken op een specifieke eigenschap component R kleiner kan worden.

Als een varkenshouder streeft naar een bepaalde combinatie van eigenschappen kan dit bemoeilijkt worden door gekoppelde overerving. Tijdens de meiose kan de koppeling van genen verbroken worden.

1p **20** Door welk proces tijdens de meiose kan recombinatie van gekoppelde genen plaatsvinden?

In Japan is de vleeskwaliteit van het hoogproductieve varkensras Duroc verbeterd door genen van het Jinhua-varken in te kruisen. Jinhua-varkens hebben mals vlees, maar zijn weinig productief.
In afbeelding 3 is weergegeven hoe door kruising en terugkruising op de klassieke manier het varkensras veredeld kan worden.

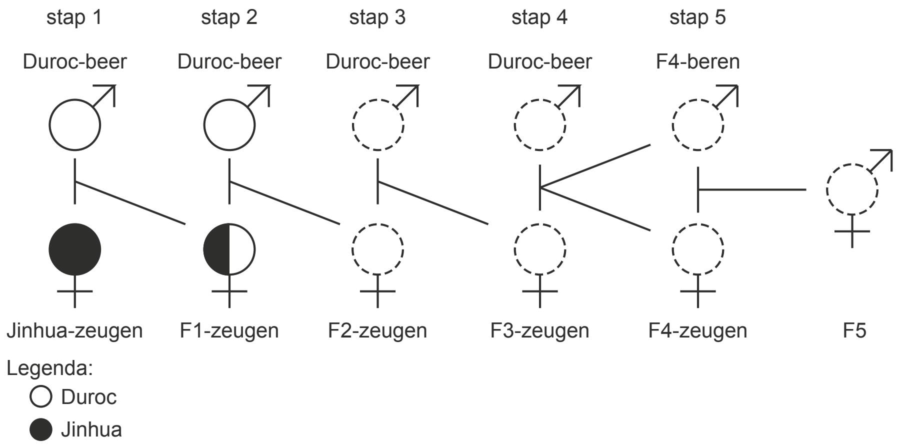
afbeelding 3



- Stap 1: kruising tussen een Duroc-beer (mannetje) en Jinhua-zeugen (vrouwtjes) om een ‘hybride’ F1-generatie te produceren.
- Stap 2: van deze F1 worden de zeugen gebruikt om terug te kruisen met een andere Duroc-beer. Uit deze kruising ontstaat een F2.
- Stap 3 en 4: het terugkruisen met een Duroc-beer wordt nog twee keer herhaald en levert een groep F4-beren en F4-zeugen op.
- Stap 5: de F4 wordt onderling gekruist.

In de afbeelding op de volgende pagina staat een vereenvoudigde versie van het kruisingsschema (afbeelding 3), waarin de gebruikte individuen en groepen varkens zijn weergegeven als rondjes.
Een zwart rondje betekent dat dit varken of deze groep varkens een 100% Jinhua-genoom heeft, een wit rondje betekent een 100% Duroc-genoom. In het schema is het genoom van de dieren bij stap 1 en stap 2 al ingevuld.

2p **21** Vul het schema aan zodat van elk varken en van elke groep varkens duidelijk wordt welk deel van het genoom (gemiddeld) afkomstig is van het ras Jinhua en welk deel (gemiddeld) afkomstig is van het ras Duroc.
Ga ervan uit dat elk chromosoom evenveel kans heeft om aan de volgende generatie te worden doorgegeven.



Vraag 22 is komen te vervallen en levert altijd 2 punten op.

2p **22** Is het mitochondriaal DNA in de cellen van de varkens van de F5-generatie (afbeelding 3) afkomstig van het ras Duroc?
A nee
B in sommige cellen wel en in andere cellen niet
C bij sommige individuen wel en bij andere individuen niet
D ja, in alle cellen van alle individuen

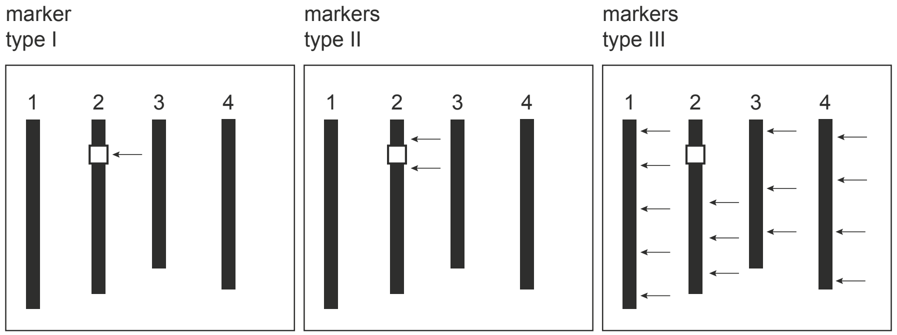
Tegenwoordig kunnen eigenschappen van een ander ras dankzij DNA-technieken efficiënter ingekruist worden dan voorheen.
Een recent voorbeeld komt uit Japan.
De malsheid van varkensvlees wordt bepaald door een complex van genen op chromosoom 2 van het varkensgenoom. De Japanse onderzoekers voerden een serie kruisingen uit waarbij ze de zeugen selecteerden op basis van een DNA-test. Met behulp van genetische markers (bepaalde stukjes DNA of genen) selecteerden ze zeugen die de gewenste ‘malsheidgenen’ van het Jinhua-ras hadden, maar waarin het Duroc-genoom maximaal behouden was.

Bij de beschreven Japanse veredelingsmethode om malsheid te verbeteren in een hoogproductief varkensras, werd voor de selectie gebruikgemaakt van een DNA-techniek met markers. Dit werd gedaan omdat het heel lastig is om op malsheid te veredelen als het genotype voor malsheid van de varkens niet bekend is.

1p **23** Verklaar waarom het lastig is deze veredeling uit te voeren op basis van fenotype.

Om alléén de malsheidgenen uit het Jinhua-genoom in het Duroc-genoom in te kruisen en voor de rest het Duroc-genoom zo veel mogelijk te behouden, zijn voor stap 3, 4 en 5 van het kruisings-programma (afbeelding 3) individuen geselecteerd op basis van genetische markers in het DNA. In afbeelding 4 zijn schematisch vier chromosomen van het varkens-genoom weergegeven. Met een wit blokje is de doelwitlocus op chromosoom 2 aangegeven: hier ligt het complex van genen dat de malsheid van het vlees bepaalt. Met pijltjes is de plaats van de verschillende markers aangegeven.

afbeelding 4



De drie typen markers (I, II, III), hebben elk een eigen selectiedoel.
Dieren werden alleen gebruikt om mee verder te fokken als alle drie de typen markers aangetoond konden worden.

3p **24** – Zet de markers type I, type II en type III – met een tussenregel – onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter met welk doel het betreffende markertype wordt gebruikt.
– Noteer ook bij elk markertype of het wordt gebruikt om DNA van **Jinhua** of van **Duroc** aan te tonen.

De Japanse onderzoekers hadden de malsheidgenen uit het Jinhua-DNA ook met behulp van recombinant-DNA-techniek in het genoom van een Duroc-varken kunnen brengen.

2p **25** Is het malse vlees van zo'n Duroc-varken dan te beschouwen als genetisch gemodificeerd? En is het dier dan cisgeen, transgeen of geen van beide?

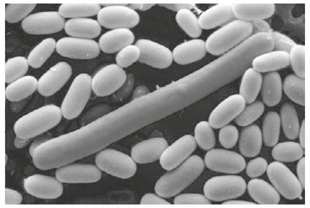
	vlees genetisch gemodificeerd?	dier cisgeen of transgeen?
A	nee	geen van beide
B	nee	cisgeen
C	nee	transgeen
D	ja	geen van beide
E	ja	cisgeen
F	ja	transgeen

Diarreebacterie slaat toe door antibioticagebruik

Veel gezonde mensen dragen de darmbacterie *Clostridium difficile* bij zich zonder er last van te hebben. Bij ziekenhuispatiënten kan deze bacterie echter een levensgevaarlijke diarree veroorzaken die lastig te genezen is. Ziekenhuizen treffen maatregelen om besmetting op te sporen en te voorkomen.

Clostridium difficile is een anaerobe bacteriesoort die ongunstige omstandigheden kan overleven in de vorm van sporen (afbeelding 1). Sommige *C. difficile*-stammen produceren toxische eiwitten. Door deze toxines gaan epitheelcellen van het dikkedarmslijmvlies dood, wat leidt tot een hardnekkige diarree die CDAD (*Clostridium difficile* associated diarrhea) wordt genoemd.
De bacterie slaat vooral toe bij mensen die breedspectrum-antibiotica gebruiken. Deze antibiotica zijn werkzaam tegen verschillende bacteriën en worden veel toegepast in ziekenhuizen.

afbeelding 1



C. difficile met sporen

De bouw en werking van onderdelen van het spijsverteringsstelsel vormen bij een gezond mens een natuurlijke bescherming tegen ziekte-verwekkende bacteriën zoals *C. difficile*.

2p **26** Beschrijf van deze bescherming:
– een werkingsmechanisme op moleculair niveau;
– een ander werkingsmechanisme op orgaan- of orgaanstelselniveau.

In de dikke darm leven honderden verschillende soorten symbiotische bacteriën, de zogenoemde darmflora. Commensalisme, mutualisme en parasitisme zijn verschillende vormen van symbiose.

2p **27** Welke vormen van symbiose kunnen bestaan tussen darmbacteriën en de mens?
A alleen commensalisme en mutualisme
B alleen commensalisme en parasitisme
C alleen mutualisme en parasitisme
D commensalisme, mutualisme en parasitisme

De darmbacteriën die deel uitmaken van een gezonde darmflora dragen bij aan de bescherming tegen ziekteverwekkende bacteriën.
C. difficile is bij veel mensen aanwezig in de darmflora, zonder ziekteverschijnselen te veroorzaken.

2p **28** Leg uit dat door een bepaalde eigenschap van *C. difficile* het gebruik van breedspectrum-antibiotica bij ziekenhuispatiënten een gevaarlijke vermeerdering van juist deze bacterie in hun darmen mogelijk maakt.

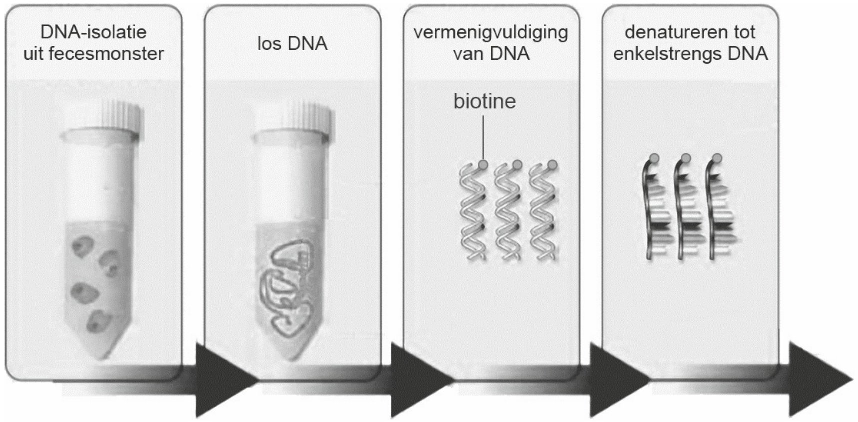
De toxinen van *C. difficile* beschadigen in darmepitheelcellen het buitenmembraan van de mitochondriën. Dit leidt tot apoptose van deze darmcellen en dus tot verlies van darmepitheel.

2p **29** Hoe leidt deze schade aan de mitochondriën tot apoptose?

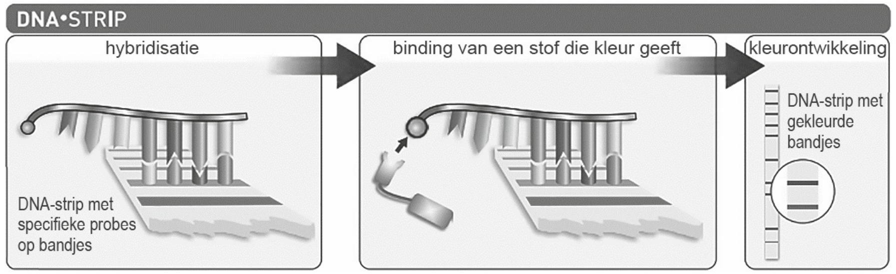
A Cytochroom-c komt in het cytoplasma terecht en activeert enzymen die het DNA afbreken.
B H^+-ionen komen in het cytoplasma terecht, waardoor de cel verzuurt.
C NADH en $FADH_2$ komen in het cytoplasma terecht, waardoor geen ATP meer kan worden gevormd.

Bij het vermoeden van een *C. difficile*-infectie wordt de ontlasting (feces) van de patiënt onderzocht op aanwezigheid van de bacterie en/of de toxinen. Daarnaast is er een DNA-strip ontwikkeld waarmee specifieke genen van *C. difficile* in het fecesmonster opgespoord kunnen worden. Het gaat om de genen die coderen voor toxine A, toxine B en voor binair toxine, en verder om bepaalde regulatorgenen (die de hoeveelheid toxine reguleren) en het resistentie-gen tegen het antibioticum moxifloxacine. Voorafgaand aan deze test wordt het fecesmonster geprepareerd, zoals schematisch is weergegeven in afbeelding 2. Daarbij worden DNA-strengen geproduceerd waaraan een biotinemolecuul (aan de 5'-kant van de primer) is gebonden. Hierna vindt de eigenlijke test plaats met een DNA-strip, zoals weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 2



afbeelding 3



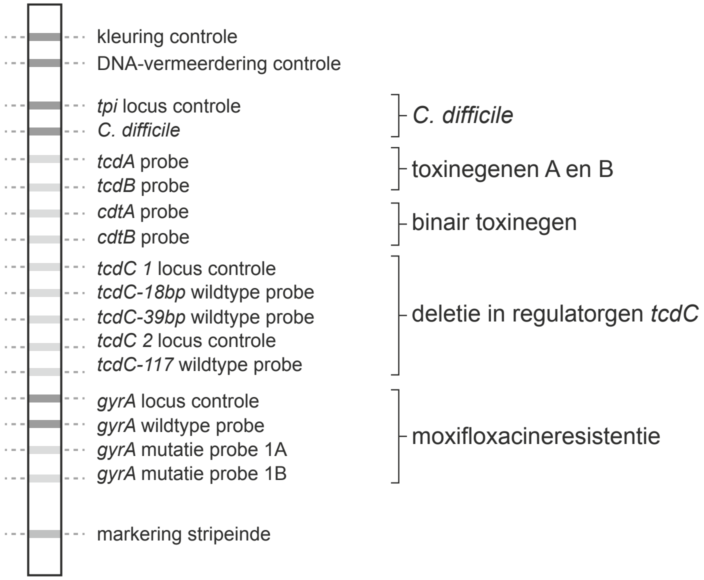
2p **30** – Noteer de naam van de methode (afbeelding 2) waarmee het DNA kunstmatig wordt vermenigvuldigd.
– Beschrijf de functie van de biotine in deze test (afbeelding 3).

2p **31** Welke bindingen worden gevormd tijdens de hybridisatie (stap 1 in afbeelding 3)?

A deoxyribose-fosfaatbindingen
B peptidebindingen
C waterstofbruggen

Het resultaat van zo'n test met een DNA-strip is in afbeelding 4 als voorbeeld weergegeven, met daarbij aangegeven de plaats en betekenis van de verschillende bandjes.

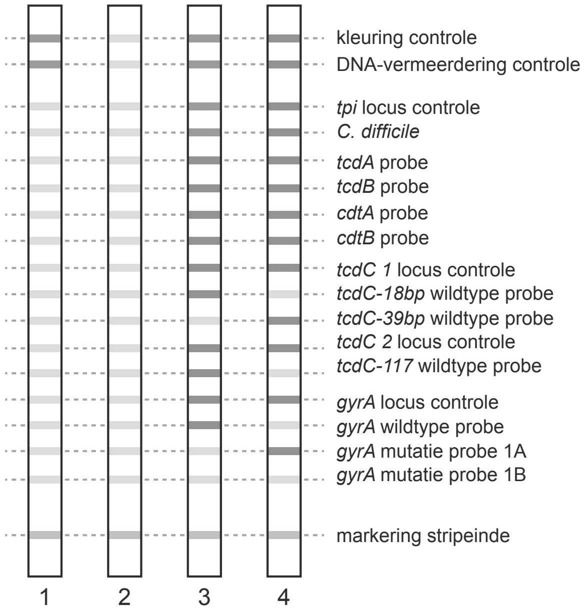
afbeelding 4



In dit voorbeeld zijn zes bandjes donker gekleurd. Daaruit blijkt dat in het fecesmonster van de patiënt een ongevaarlijke stam van *C. difficile* zit, die gevoelig is voor het antibioticum moxifloxacine.

Van vier patiënten met diarree wordt de ontlasting onderzocht met de DNA-striptest. De testuitslagen (bandjespatronen 1, 2, 3 en 4) van deze patiënten zijn in afbeelding 5 weergegeven.

afbeelding 5



De testuitslagen leiden tot vier diagnoses van de bijbehorende patiënten, die hieronder in willekeurige volgorde zijn weergegeven.
P: Bij deze patiënt wordt de diarree niet veroorzaakt door *C. difficile*.
Q: Deze patiënt is besmet met een pathogene stam van *C. difficile*,die bestreden kan worden met moxifloxacine.
R: Deze patiënt is besmet met een pathogene, moxifloxacine- resistente stam van *C. difficile*.
S: Van deze patiënt is de test onbetrouwbaar.

2p **32** Zet de letters van de patiënten (P, Q, R en S) onder elkaar op je antwoordblad en koppel elke patiënt aan een van de testuitslagen (nummer 1, 2, 3 of 4).

Het VU Medisch Centrum in Amsterdam treft extra maatregelen om een uitbraak van *C. difficile* te voorkomen. Daar ‘werkt’ de beagle Cliff (afbeelding 6), een speurhond die ruikt of een patiënt besmet is met *C. difficile*.
Cliff is getraind om naast (het bed van) een besmette patiënt te gaan zitten.

afbeelding 6

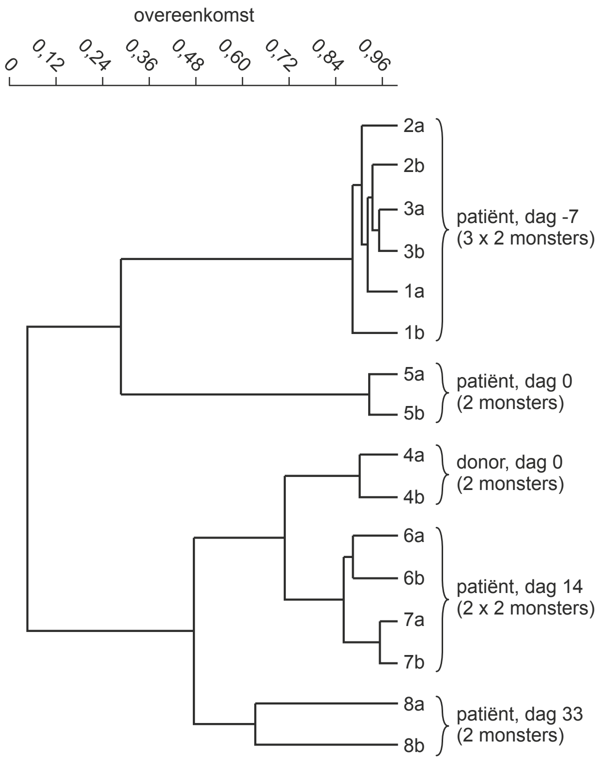
Testen met hond Cliff gaat veel sneller dan de test met de DNA-strip, waardoor de behandeling van de patiënt ook snel kan beginnen.

1p **33** Noteer nog een biomedisch voordeel van het gebruik van Cliff om *C. difficile* in het ziekenhuis op te sporen.

Bij patiënten met hardnekkige CDAD is fecestransplantatie bijzonder effectief gebleken. Hierbij wordt na een darmspoeling een fecessuspensie van een gezonde donor via een katheter rechtstreeks in de dunne darm gebracht. In een vakblad wordt de succesvolle fecestransplantatie beschreven van een vrouw die al acht maanden leed aan zeer ernstige CDAD. Ze kreeg een eenmalige transplantatie met feces van haar echtgenoot.
Aan de hand van genetische vingerafdrukken van haar darmflora en die van het transplantaat kon het resultaat gevolgd worden. Daartoe zijn op verschillende momenten vóór en na de transplantatie in totaal acht fecesmonsters verzameld van haarzelf (de patiënt) en haar man (de donor). Elk monster, genummerd 1 tot en met 8, werd twee keer geanalyseerd (a en b).

De resultaten zijn weergegeven in het dendrogram van afbeelding 7.
Het dendrogram toont de mate van genetische overeenkomst tussen de monsters.

afbeelding 7



De behandeling was succesvol, want twee dagen na de transplantatie had de vrouw weer vaste ontlasting. In het dendrogram is het effect van de behandeling op de darmflora terug te zien.

2p **34** Beschrijf hoe uit het dendrogram blijkt dat de behandeling succesvol was.

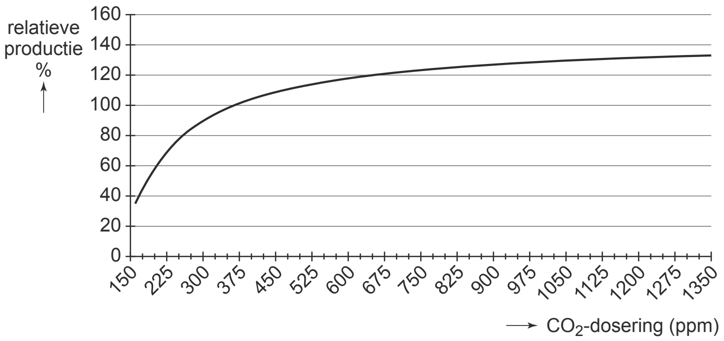
Kas vol koolstofdioxide

Moderne tomatenteeltbedrijven maken gebruik van complexe regelsystemen die alle factoren voor de plantengroei optimaal houden. Wat optimaal is, wordt bepaald door wetenschappelijk onderzoek en de praktijkervaring van telers.

Een teler probeert in zijn kassen de productie van tomaten zo hoog mogelijk te maken door onder meer de temperatuur en de CO_2-concentratie te reguleren. In een gesloten kas kan de CO_2-concentratie dalen en daarmee de productie. Door in de zomer te ventileren wordt het niet te warm en blijft het CO_2-gehalte op peil. In de winter wordt aardgas verstookt voor verwarming en het daarbij gevormde CO_2 naar de kas geleid.

De invloed van de CO_2-concentratie op de productie van tomatenplanten in experimenteerkassen is weergegeven in afbeelding 1. De productie bij de CO_2-concentratie van de buitenlucht is op 100% gesteld.

afbeelding 1



In de experimenteerkassen blijkt een verhoging van de CO_2-dosering boven de 1000 ppm nauwelijks te leiden tot een verdere verhoging van de opbrengst aan tomaten.

3p **35** – Noteer twee andere abiotische factoren die dan beperkend kunnen zijn voor de opbrengst van de planten.
– Beschrijf hoe een onderzoeker die beschikt over een aantal experimenteerkassen kan onderzoeken welke van de twee genoteerde factoren beperkend is.

In de tomatenteelt betekent ‘productie’ het aantal kilogram tomaten per oppervlakte in een bepaalde tijd. Dat is heel wat anders dan de in de ecologie gebruikte term netto primaire productie (NPP).

2p **36** Waarin verschilt de door de telers gebruikte term productie van tomaten in een kas van het begrip NPP in dezelfde kas? Noteer twee aspecten.

Twee sectoren in de tomatenteelt zijn:
1 de gangbare teelt, waarbij de planten op steenwol groeien in een oplossing met voedingszouten
2 de biologische teelt, waarbij de planten groeien in aarde die regelmatig met compost wordt bijgemest

Om een even hoog CO_2-gehalte in de kas te handhaven hoeft bij de biologische teelt minder CO_2 toegevoegd te worden dan bij de gangbare teelt.

1p **37** Geef hiervoor een verklaring.

Uitrolbare schermen kunnen warmteverlies in de kas verminderen als het buiten koud is. Deze schermen worden ook gebruikt om op zomerse dagen de felle zonnestraling te temperen.
Bij te veel zonnestraling op zomerse dagen is er kans op opbrengstverlies als gevolg van een beperkte CO_2-opname van de planten.

2p **38** Leg uit waardoor de CO_2-opname van de planten op een warme zomerse dag wordt beperkt.

Gewoonlijk doseren tomatentelers de CO_2-concentratie in de kas tussen 800 en 1000 ppm. Onderzoekers van Wageningen University & Research hebben in twee experimenteerkassen de CO_2-dosering in de loop van de teeltperiode gehalveerd en het effect op de productie van tomaten onderzocht. Tegen de verwachting in bleek de productie vrijwel gelijk te blijven.
Bij nader onderzoek bleek dat bij de gehalveerde CO_2-dosering het aantal huidmondjes per cm^2 bladoppervlak in de loop van het groeiseizoen groter was geworden.

2p **39** Leg uit hoe de plant hierdoor de lagere CO_2-dosering kan compenseren.
Gebruik in je antwoord een van de factoren uit de wet van Fick die de diffusiesnelheid beïnvloeden.

Hints bij examen 2019-I

1 De ademfrequentie neemt toe naarmate de pH van het bloed lager wordt.

2 De samentrekking van deze spieren zorgt voor een (maximale) vergroting van de borstkas.

3 Welke factoren vergroten de diffusiesnelheid?

4 De inhoud van een klaplong is (veel) kleiner dan die van een gezonde long.

5 Bij CPAP wordt continu lucht met een licht verhoogde luchtdruk naar de longen gevoerd en worden de longen niet leeggezogen.

6 Bij de specifieke afweer veranderen macrofagen van functie.

7 Gebruik Binas 84M of ScienceData 32.12.

8 De functie van pijn is om schade aan het lichaam te beperken of te voorkomen.

9 Gebruik Binas 88D, E, F of ScienceData 25.2a en b.

10 Gebruik Binas 88J en 88C3 of ScienceData 27.3 en 27.5.

11 Hoe maak je duidelijk waar je pijn hebt?

12 De ‘nulsituatie’ is de reactie op pijn als je nog niets met het proefdier hebt gedaan.

13 Hoeveel nanomol pijnonderdrukkende middelen werd er toegediend en hoe veranderen de reactietijden?

14 Gebruik Binas 71H of ScienceData 16.6.

15 Genen staan niet overal aan.

16 –

17 Verschillende milieuomstandigheden leiden tot verschillende fenotypen.

18 Een grote variatie in genotypen leidt tot een grote variatie in erfelijke eigenschappen.

19 Bij welke processen of activiteiten komt energie vrij of wordt er energie verbruikt?

20 Dit proces veroorzaakt een chromosoommutatie.

21 Elke ouder geeft de helft van zijn of haar genenparen door aan een nakomeling.

22 –

23 Waarom kun je niets over de kwaliteit van vlees zeggen als je een levend varken ziet?

24 Markers maken zichtbaar of de juiste genen op de juiste plek zitten.

25 De malsheidgenen zijn afkomstig van een ander ras (van dezelfde soort).

26 Gebruik Binas 82F of ScienceData 22.7. Bedorven voedsel kan het lichaam op verschillende manieren snel verlaten.

27 Bacteriën kunnen schadelijk of nuttig zijn.

28 Antibiotica veroorzaken een gunstige (milieu)omstandigheid voor *C. difficile*.

29 Gebruik voor apoptose Binas 71L of ScienceData 14.9.

30 In afbeelding 3 staat dat biotine een kleurstof kan binden.

31 Gebruik Binas 71B of ScienceData 16.3 voor de manier waarop twee basen in DNA met elkaar zijn verbonden.

32 Het bandenpatroon in afbeelding 4 laat zien wanneer iemand gevoelig is voor moxifloxacine.

33 Bij een fecesmonster wordt de ontlasting van patiënten met klachten onderzocht op de aanwezigheid van de besmettelijke bacteriën.

34 Vergelijk de genetische overeenkomst van het monster van de patiënt voor en na de behandeling. Doe hetzelfde met een monster van de gezonde persoon (donor) en van de patiënt.

35 Wat is nodig voor de fotosynthese en voortgezette assimilatie en waaruit bestaat de controlegroep?

36 Alleen de tomaten van de tomatenplant worden gegeten.

37 In compost zit (afbreekbare) organische stof, in steenwol niet.

38 Gaswisseling vindt plaats via huidmondjes.

39 Welke factoren behoren tot de wet van Fick?

Uitwerkingen bij examen 2019-I

De eerste ademteug

2p **1** **C** De ademprikkel wordt sterker bij een toename van de pCO_2 en een afname van de pO_2. De druk van beide gassen wordt waargenomen met de chemoreceptoren in de aorta.
De ademhaling wordt voornamelijk beïnvloed door de pCO_2. In de hersenstam, de wand van de halsslagaders en de aorta liggen zintuigcellen waarmee de pCO_2 van het bloed wordt waargenomen. Vanuit de chemoreceptoren gaan impulsen via zenuwen naar het ademcentrum.
De pO_2 van het bloed beïnvloedt indirect chemoreceptoren voor koolstofdioxide. Een lage pO_2 maakt de chemoreceptoren gevoeliger voor een hogere pCO_2 van het bloed.

2p **2** **D** Bij een pasgeborene leveren de halsspieren (1), de buitenste tussenribspieren (2) en de middenrifspieren (4) een grote inspanning.
Door de inhoud van de borstkas te vergroten, wordt er ingeademd. Dit gebeurt door de borstkas omhoog te bewegen (buitenste tussenribspieren trekken dan samen, zie afbeelding 2) en het middenrif omlaag te bewegen (door samentrekking van deze spier, waardoor deze korter wordt en afvlakt). De buikspieren leveren geen inspanning, omdat zij juist ontspannen. Het samentrekken van de halsspieren zorgt ervoor dat de borstkas 'extra' omhoog wordt getrokken, waardoor er meer ruimte in de borstkas ontstaat en de longen dus groter worden. Daardoor wordt de onderdruk in de longen groter en wordt er meer lucht naar binnen gezogen.

2p **3** *Voorbeelden van juiste veranderingen, waarvan je er twee moet noemen:*
- De haarvaten liggen steeds dichter bij de longblaasjes (1).
- De epitheelcellen worden dunner (2).
- Er komen meer bloedvaten (3).
- De haarvaten worden wijder (4).
- Er is een oppervlaktevergroting van de longblaasjes (5).

[per juiste verandering: 1p]
Uitwisseling van gassen in het lichaam vindt plaats door diffusie. De gaswisseling wordt verbeterd door:
- *de diffusieafstand te verkleinen (1 en 2);*
- *het diffusieoppervlak te vergroten (3, 4 en 5);*
- *het drukverschil of concentratieverschil maximaal te houden.*

2p **4** **F** Bij een klaplong nemen het restvolume, het totale longvolume en de vitale capaciteit af.
Bij een klaplong laat het longvlies los van de binnenkant van de borstkas. De long schrompelt in elkaar, waardoor het volume van de long afneemt. Door de afname van het longvolume neemt ook het restvolume af (lucht die in alle gevallen in de longen achterblijft). De vitale capaciteit (de hoeveelheid lucht die na een maximale inademing kan worden uitgeademd) neemt af doordat het longvolume is afgenomen. (Binas 83B of ScienceData 21.3)

1p **5** Door de licht verhoogde druk bij CPAP-beademing wordt het dichtklappen van de longblaasjes (tijdens de uitademing) voorkomen.
Door het inblazen van lucht met een licht verhoogde luchtdruk tijdens de uitademing blijft er lucht in de longblaasjes achter. Deze licht verhoogde druk voorkomt dat de longblaasjes bij uitademing dichtklappen, zoals kan gebeuren bij de klassieke manier van beademing (waarbij de longen ook nog worden leeggezogen).

2p **6**
- De aspecifieke afweer is minder goed doordat er minder macrofagen zijn (die ziekteverwekkers opruimen). [1p]
- De specifieke afweer is minder goed doordat minder macrofagen ook minder antigenen kunnen presenteren (aan Th-cellen) / doordat er (minder cytokinen zijn en dus) minder activatie is van T- en B-cellen. [1p]

Monocyten veranderen in macrofagen. Macrofagen sporen ziekteverwekkers op en maken deze onschadelijk. Macrofagen behoren in dit stadium tot de aspecifieke (aangeboren) afweer. Nadat een macrofaag een indringer onschadelijk heeft gemaakt, verandert hij in een antigeen-presenterende cel en is dan onderdeel van de specifieke (verworven) afweer.

Mambagif als pijnstiller

2p **7** **E** Sensibilisatie van mestcellen en afgifte van mediatoren kunnen betrokken zijn bij het ontstaan van een allergische reactie.
In Binas (84M) en ScienceData (32.12) staat dat bij een allergische reactie een gesensibiliseerde mestcel een mediator afgeeft.

2p **8** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Als het kraanwater te heet is, trek je dankzij deze snelle receptoren je handen snel terug waardoor ze niet verbranden.
- Je bent groente aan het snijden en zodra je in je vinger snijdt, trek je de vinger en het mes terug omdat dat heel snel gesignaleerd wordt. Daardoor is de snijwond minder diep.

Uit het antwoord moet blijken dat dankzij de Aδ-receptoren op een scherpe of snelle pijnprikkel een snelle reactie volgt [1p] *waardoor een beschadiging (aan de oppervlakte van het lichaam) kan worden beperkt of voorkomen.* [1p]

2p **9** **D** Door instroom van Na^+-ionen ontstaat er depolarisatie van pijnreceptoren.
Binnen in zenuwcellen zitten meer K^+-ionen dan erbuiten en buiten zenuwcellen zitten meer Na^+-ionen dan binnenin (Binas 88D,E,F of ScienceData 25.2a en b). Een prikkel (slangenbeet) zorgt ervoor dat de Na^+-poorten opengaan en Na^+-ionen de zenuwcel instromen. Daardoor wordt de lading buiten de celmembraan negatief en binnen de cel positief. Dit heet depolarisatie. Door depolarisatie ontstaat er een actiepotentiaal.

2p **10** De impulsen volgen de baan 5-7-4 [2p; bij 5-6-1 of 5-7-3: 1p; in alle andere gevallen: 0p].
Pijninformatie wordt via de sensorische zenuwen naar het centrale zenuwstelsel geleid. Impulsen via sensorische zenuwcellen bereiken het ruggenmerg via 5. Nummer 5 is een sensorische zenuwcel omdat het cellichaam in een spinale ganglion zit. Nummer 8 is een motorische zenuwcel omdat het cellichaam in het centrale zenuwstelsel ligt en het axon een spier innerveert (Binas 88J of ScienceData 27.3). Daarna wordt de pijninformatie kruislings doorgegeven naar de andere hersenhelft. In de hersenen wordt sensorische informatie (in dit geval pijn) van de hand door zenuwcel 4 doorgegeven naar de sensorische schors, waar zenuwcellen zijn gelegen die sensorische informatie van de hand waarnemen. Zenuwcel 3 geeft de informatie door naar de sensorische schors, waar sensorische informatie van de romp en het been wordt waargenomen (Binas 88C3 of ScienceData 27.5).

1p **11** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Een dier kan niet aangeven waar precies pijn wordt ervaren of wat voor type pijn het is.
- Pijn van dieren wordt afgeleid uit het gedrag en dat is niet objectief.
- Dieren beleven pijn anders, of reageren anders op pijn.

2p **12** 1 wel
2 wel
3 wel
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]
Je bepaalt eerst wat de reactie van het proefdier is op pijn als je nog niets met het proefdier hebt gedaan. Dit is de 'nulsituatie'.
Ad. 1: Vooraf twee keer een pijnprikkel geven heeft als doel om tijdens het experiment te kunnen vaststellen of de factor 'injectie' (prik met controlevloeistof zonder pijnstiller) van invloed is op de reactietijd (want de muis had nog geen injectie gehad en wel een pijnprikkel).
Ad. 2: Je moet van tevoren weten hoe sterk de pijnprikkel moet zijn om een meetbare reactie te krijgen.
Ad. 3: Ten slotte kun je met de twee pijnprikkels vooraf bepalen wat de gemiddelde basissnelheid is van de terugtrekreactie, dus hoe snel de muis in normale (niet-verdoofde) omstandigheden reageert. Dit is nodig om te kunnen vaststellen hoe groot het effect is van de injecties tijdens het experiment.

2p **13** **A** Het pijnstillend effect van morfine is niet sterker en duurt ook niet korter.
De reactietijd van de muizen met morfine en de muizen met mambalgine is kort na de injectie ongeveer 24 seconden, terwijl de dosis morfine veel hoger was (31 nanomol) dan de dosis mambalgine (0,34 nanomol). Van morfine is dus een hogere dosis nodig voor een vergelijkbaar pijnstillend effect. Bewering 1 is onjuist.
Hoe meer tijd er is verstreken sinds de injectie, hoe groter het verschil in reactietijd tussen de morfinemuizen en de mambalginemuizen. De reactietijd van de morfinemuizen blijft gedurende lange tijd hoog, die van de mambalginemuizen neemt sneller af (het effect van mambalgine is al na 52,5 min verdwenen, het effect van morfine blijft meetbaar tot (meer dan) 67,5 min na de injectie). De pijnstilling door morfine is dus van langere duur dan die van mambalgine. Bewering 2 is ook onjuist.

2p **14**
– Er wordt rijp mRNA (na splicing) gebruikt, [1p]
– omdat daar de introns uit verwijderd zijn / omdat je alleen de exons nodig hebt / omdat bacteriën de splicing niet kunnen uitvoeren. [1p]

Pre-mRNA bevat introns en exons. Zoals in Binas 71H en ScienceData 16.6 is aangegeven worden introns via het splicingproces verwijderd uit pre-mRNA, waarna alleen de exons overblijven die nodig zijn voor de vorming van het eiwit. Door rijp mRNA (dus zonder introns) om te vormen tot cDNA en in de bacterie te brengen kan het in de bacterie gevormde mRNA meteen worden afgelezen door ribosomen om het juiste eiwit te vormen.

1p **15** Alleen in de gifklier komt het mambalgine-gen tot expressie *of* Alleen in de gifklier wordt mambalgine-RNA gevormd.
Genen staan niet overal aan. Genen die verantwoordelijk zijn voor de vorming van gif komen alleen tot expressie (staan alleen aan) in de gifklieren. Wanneer genen tot expressie komen, betekent dit dat in de cel het transcriptieproces (vorming van mRNA) en het translatieproces (vorming van eiwitten, in dit geval gif) plaatsvinden.

Aziatische genen verbeteren het Europees vleesvarken

2p **16** **E** Door kruisingen met het Aziatische varken komen nieuwe genen van het ene ras (populatie) in het andere terecht. Dat heet gene flow.

2p **17** *Voorbeelden van juiste manieren, waarvan je er twee moet noemen:*
- Het uiterlijk is gaan verschillen doordat verschillen in milieuomstandigheden een verschil in selectiedruk hebben veroorzaakt.
- Er is een verschil in fenotypen ontstaan doordat varkenshouders in Azië en Europa op een verschillende manier kunstmatige selectie hebben toegepast.
- Doordat in Europa met een kleine populatie varkens werd gestart, trad het founder effect op.
- Er zijn in de twee populaties verschillende mutaties ontstaan.

[per goed voorbeeld: 1p]
Gedomesticeerd betekent dat de mens het varken tot huisdier heeft gemaakt.
Verschil in fenotype (de waarneembare eigenschappen van een individu) tussen de verschillende varkensrassen ontstaat dan door invloeden van de mens, en/of doordat de milieuomstandigheden in Azië anders zijn dan in Europa.
Het antwoord dat de populaties niet onderling konden kruisen is niet juist, omdat dit al in de vraag is beschreven.

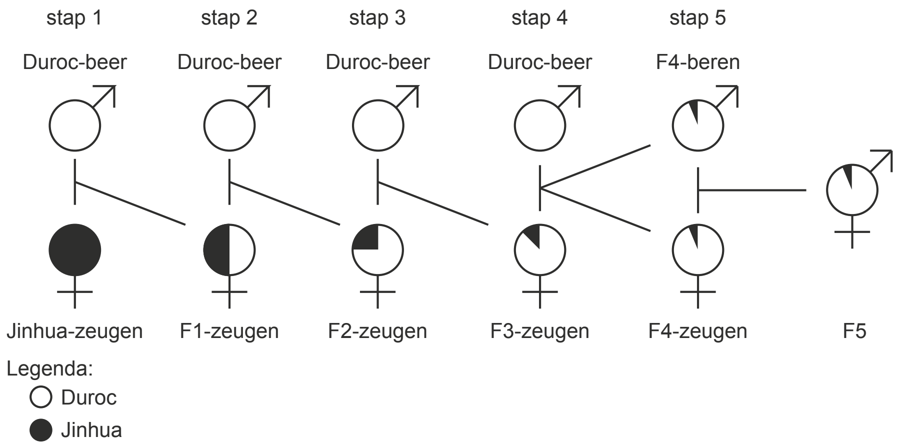
1p **18** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- In geval van ziekte is er een grotere kans dat er ongevoelige individuen zijn waarmee de populatie weer op peil kan worden gebracht.
- Als er vraag is naar een nieuw type vlees zijn er veel verschillende genen om op te kunnen selecteren.

1p **19** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- door te selecteren op dieren die minder bewegen en daardoor minder dissimileren
- doordat de gefokte varkens relatief groter zijn geworden en dus minder warmte verliezen
- door bij het fokken dieren te gebruiken die beter bestand zijn tegen ziektes en hierdoor minder energie verliezen
- door te fokken met dieren met een laag metabolisme

R geeft de respiratie (dissimilatie) weer. Bij dissimilatie worden organische stoffen afgebroken waarbij energie vrijkomt. Energie hebben dieren nodig om te kunnen bewegen, of om hun lichaamstemperatuur op peil te houden. Maar ook om ziektes te bestrijden, omdat witte bloedcellen energie nodig hebben om ziekteverwekkers te bestrijden.
Het antwoord dat er gefokt wordt met varkens die weinig verbranden is niet juist, omdat dit te weinig specifiek is.

1p **20** door crossing-over
Bij crossing-over wisselen twee homologe chromosomen delen met elkaar uit. Crossing-over vindt plaats als bij de meiose delen van een chromosoom (met genen) afbreken en zich aan een homoloog chromosoom hechten (zie ook Binas 76B2 en ScienceData 14.11). Genen die op het afgebroken deel zitten, worden op die manier ontkoppeld van de rest van de genen op het oorspronkelijke chromosoom.

2p **21** *Voorbeeld van een juist aangevuld schema:*



[voor steeds een halvering van het aandeel zwart in de zeugen van de F2, F3 en F4: 1p; voor een gelijk aandeel zwart in de F5 en in de F4-beren, namelijk gelijk aan dat van de F4-zeugen: 1p; als je in één of meer van de Duroc-beren zwart aangeeft: 1p]
Een Duroc-beer geeft 50% van zijn genoom door aan zijn nakomelingen, net als een Jinhua-zeug aan haar nakomelingen. De F1-zeug heeft daardoor 50% Duroc-genoom en 50% Jinhua-genoom. Als de F1-zeug paart met een Duroc-beer, zullen F2-nakomelingen de helft van het F1-zeug-genoom overerven (= de helft van 50% Duroc = 25% en de helft van 50% Jinhua = 25%) en de helft van het genoom van de Duroc-beer = 50%. Totaal dus 50% Duroc + 25% Duroc = 75% Duroc en 25% Jinhua. Enzovoort.

2p **22** *Vraag 22 is komen te vervallen.*

1p **23** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Je zou dan van alle zeugen een (flink) biopt moeten nemen om te onderzoeken hoe mals het vlees is, voordat je het dier voor de fok gebruikt.
- Om het vlees te proeven moet je het dier slachten, waardoor je het niet meer voor kruisingen kunt gebruiken.
- Je kunt aan een levend varken niet zien (voelen) hoe mals het vlees zal zijn.

Malsheid heeft te maken met smaak en dat is niet zichtbaar (geen uiterlijke eigenschap). Daarnaast ondergaat vlees tijdens het bakken/bereiden een verandering in eigenschappen. Je zult dus het vlees altijd moeten bereiden voordat je iets over de malsheid kunt zeggen.

3p **24** *Voorbeeld van een juist antwoord:*
Marker type I wordt gebruikt om te onderzoeken of een dier malsheidgenen draagt; (DNA van) Jinhua. [1p]
Markers type II worden gebruikt om te controleren of het genencomplex als geheel aanwezig is; (DNA van) Jinhua. [1p]
Markers type III worden gebruikt om kenmerken van het Duroc-DNA aan te tonen (die behouden moeten blijven); (DNA van) Duroc. [1p]
[als je bij alle drie de markers vergeten bent aan te geven of het Jinhua- of Duroc-DNA betreft: -1p; als je bij alle drie de markers juist hebt aangegeven of het Jinhua- of DurocDNA betreft, maar zonder juiste selectiedoelen: 1p]
In de tekst is beschreven dat marker type I midden in het complex van genen zit dat de malsheid van het vlees bepaalt en dus wordt gebruikt om de malsheidgenen aan te tonen. Markers type II zitten net naast de locus. Ze markeren de grens van het genencomplex. Markers type III zijn van Duroc-DNA. Alleen het malsheidgencomplex van Jinhua moet worden overgebracht. De rest van het DNA dient van Duroc afkomstig te zijn. Met deze markers kan dat gecontroleerd worden.

2p **25** **E** Het vlees is genetisch gemodificeerd en het dier is cisgeen.
Het dier krijgt DNA uit een ander ras, waardoor (het vlees van) dit dier genetisch gemodificeerd is. Dit DNA komt wel van dezelfde soort (varken). Het is dus cisgeen: het door genetische modificatie overbrengen van een eigenschap binnen een soort naar een ander organisme. Er wordt van transgeen gesproken als soortvreemd DNA wordt overgebracht.

Diarreebacterie slaat toe door antibioticagebruik

2p **26** *Voorbeelden van een juist werkingsmechanisme op moleculair niveau:* [1p]
- Antistoffen (IgA en IgG) in darmsap maken bacteriën onschadelijk.
- In het speeksel zitten lysozymen met een antibacteriële werking.
- Eiwitverterende enzymen breken (membranen van) bacteriën af.
- Het door maagwandcellen geproduceerde HCl beschadigt bacteriën.

Voorbeelden van een juist werkingsmechanisme op orgaan- of orgaanstelselniveau: [1p]
- De peristaltische beweging in de dunne darm voert bacteriën af.
- De binnenzijde van de darm is door een slijmlaag beschermd tegen bacteriën.

- Bedorven voedsel met bacteriën kan worden uitgebraakt.
- Door de lage pH in de maag worden bacteriën gedood.
- Door diarree kan bedorven voedsel de darm snel verlaten.

Op moleculair niveau worden ziekteverwekkers zoals bacteriën, schimmels en virussen vooral onschadelijk gemaakt door antistoffen, enzymen en sappen (zoals maagzuur, zie ook Binas 82F of ScienceData 22.7).
Op orgaan(stelsel)niveau kijk je naar de bouw en werking van (de organen van) het verteringsstelsel.

2p **27** **D** commensalisme, mutualisme en parasitisme
Darmbacteriën die ziekmakend kunnen zijn, zoals C. difficile, zijn parasiterende bacteriën. Bacteriën die voor de mens moeilijk verteerbaar voedsel afbreken, zorgen ervoor dat de mens en de bacterie (extra) voedingsstoffen binnenkrijgen. Hierbij heeft zowel mens als de bacterie voordeel (mutualisme). Daarnaast zijn er bacteriën die voor de mens onverteerbare voedingsstoffen uit de darminhoud halen waarvan de mens geen voor- of nadeel ondervindt (commensalisme).

2p **28**
- Door gebruik van breedspectrum-antibiotica overleven vooral de *C. difficile*-sporen; een groot deel van de reguliere darmflora overleeft niet, [1p]
- waardoor er tijdens/na de kuur meer ruimte is voor *C. difficile* om zich te vestigen / er minder concurrentie is van andere bacteriën / waardoor *C. difficile* zich na de kuur als eerste zal vermeerderen. [1p]

In de tekst staat dat Clostridium difficile een anaerobe bacteriesoort is die ongunstige omstandigheden kan overleven in de vorm van sporen (afbeelding 1). Een antibioticum is een ongunstige omstandigheid voor Clostridium difficile, omdat het antibioticum de bacterie doodt. C. difficile overleeft antibiotica door middel van sporen.

2p **29** **A** Cytochroom-c activeert DNA-afbrekende enzymen.
In Binas 71L of ScienceData 14.9 wordt het apoptoseproces in de cel weergegeven. Uit een beschadigd mitochondrium komt cytochroom-c vrij, dat de caspasekettingreactie activeert. Caspase-enzymen zijn betrokken bij de afbraak van DNA.

2p **30**
- PCR / polymerase chain reaction / polymerase-kettingreactie. [1p]
- Aan biotine kan een kleurstof binden om de DNA-fragmenten als bandjes zichtbaar te maken. [1p]

PCR is een techniek die afgeleid is van DNA-replicatie. Met deze techniek kan op een kunstmatige manier uit weinig DNA-materiaal in relatief korte tijd veel DNA worden gekopieerd.
Uit afbeelding 2 en 3 kan worden afgeleid dat biotine (duidelijk zichtbaar in afbeelding 2) een kleurstof kan binden aan een DNA-strip (afbeelding 3), waardoor DNA-fragmenten zichtbaar worden gemaakt.
Een antwoord als 'DNA-replicatie (als naam voor de methode)' is niet goed.

2p **31** **C** Tijdens de hybridisatie worden waterstofbruggen gevormd.
Enkelstrengs DNA bindt met stikstofbasen (A, T, C of G) aan complementaire basen (T, A, G of C) met behulp van H-bruggen. Tussen stikstofbasen bevinden zich H-bruggen (Binas 71B of ScienceData 16.3).

2p **32** *De juiste koppeling tussen de vier patiënten met diarree en de testuitslagen:*
P: 1
Q: 3
R: 4
S: 2
[vier antwoorden juist: 2p; drie of twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]

1: Kleuringcontrole en DNA-vermeerderingcontrole zijn beide positief, maar 1 is negatief voor Clostridium difficile. Daarom past dit testresultaat bij patiënt P (diarree niet veroorzaakt door Clostridium difficile).
2: Kleuringcontrole en DNA-vermeerderingcontrole zijn beide negatief. De kleuringcontrole had donker moeten zijn. Dit geeft aan dat er iets niet goed is gegaan met de test. Dit resultaat past bij patiënt S (test onbetrouwbaar).
3: GyrA-locus controle en gyrA-wildtype probe zijn beide positief gekleurd en gyrA-mutatie probe 1A en gyrA-mutatie probe 1B zijn niet gekleurd. Dit geeft aan dat de C. difficile stam bij deze patiënt gevoelig is voor het antibioticum moxifloxacine. Dit resultaat past bij patiënt Q (pathogene stam die bestreden kan worden met moxifloxacine).
4: GyrA-locus controle en gyrA-mutatie probe 1A zijn positief en gyrA-wildtype is niet gekleurd. Dit geeft aan dat de C. difficile stam bij deze patiënt ongevoelig is voor het antibioticum moxifloxacine. Dit resultaat past bij patiënt R (moxifloxacine-resistent).

1p **33** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Er hoeft (in het lab) niet met besmettelijke fecesmonsters gewerkt te worden.
- Mensen die de gevaarlijke bacterie bij zich dragen zonder er last van te hebben, worden ook opgespoord door de hond.
- De hond kan ook besmette bezoekers van het ziekenhuis opsporen.
- Je test op deze manier een grote groep (ook onverdachte) mensen tegelijk.

2p **34** – Na de behandeling was er op dag 14 en dag 33 minder overeenkomst met de darmflora van voor de behandeling (dag –7 en dag 0) / na de behandeling is de darmflora die haar ziek maakte verdwenen; [1p]
– en na de behandeling vertoonde de darmflora (op dag 14 en dag 33) meer overeenkomst met een gezonde darmflora / met de darmflora van haar man (donor). [1p]

Hoe hoger het getal van de genetische overeenkomst, hoe groter de overeenkomst is. Uit het schema is af te leiden dat er voor de behandeling nauwelijks genetische overeenkomst is tussen de monsters van de patiënt (2, 3, 1 en 5) en de monsters van de donor (4; dicht tegen 0). Na de behandeling is er nauwelijks genetische overeenkomst tussen de monsters van de patiënt voor de behandeling (2, 3, 1 en 5) en na de behandeling (6, 7 en 8). Ook zie je na de behandeling de genetische overeenkomst tussen de patiënt en de donor toenemen (ca. 0,4).
Het dendrogram laat zien dat de genetische vingerafdruk van de darmflora na fecestransplantatie ingrijpend verandert in de richting van de donor.

Kas vol koolstofdioxide

3p **35** *Voorbeelden van juiste factoren, waarvan je er twee moet noemen:*
- licht
- water
- voedingsstoffen
- temperatuur
- pH van de bodem
- vochtigheid

[twee juiste factoren: 1p]

De beschrijving van het onderzoek:
– Als controleproef in een kas worden tomaten gekweekt bij een CO_2-concentratie van 1000 ppm (of meer). [1p]
– In twee (of meer) andere kassen wordt hetzelfde gedaan onder dezelfde omstandigheden, maar in de ene kas wordt een van de beperkende factoren verhoogd en in de andere kas wordt de andere beperkende factor verhoogd. [1p]

Bij fotosynthese worden water en CO_2 onder invloed van licht omgezet in glucose en zuurstof. Daarbij zijn enzymen betrokken en enzymen hebben een temperatuuroptimum.

Voor de vorming van tomaten wordt glucose bij voortgezette assimilatie omgezet in andere organische stoffen, waaronder eiwitten. Daarbij zijn mineralen ofwel voedingsstoffen (nitraat, sulfaat, fosfaat) nodig.
Om de invloed van een factor te meten, dient een controle-experiment te worden opgezet. In de controlegroep moeten alle omstandigheden gelijk zijn aan die in de proefgroep, behalve de te onderzoeken factor. De te onderzoeken factor is in dit geval licht, water, voedingsstoffen of de temperatuur.
Als je in je beschrijving zet dat de genoteerde beperkende factoren worden verlaagd in plaats van verhoogd (terwijl je antwoord verder wel juist is), krijg je toch het derde scorepunt.

2p **36** – De ‘productie’ heeft alleen betrekking op de vruchten van de plant *of* De NPP heeft betrekking op de (tomaten)planten als geheel. [1p]
– Bij ‘productie’ wordt het versgewicht gebruikt *of* Bij de NPP wordt het drooggewicht / de biomassa / het gewicht aan organische stof gebruikt. [1p]

De tomaten worden geoogst en gelden voor de teler dus als productie. De planten zelf worden niet gegeten en tellen niet als productie. Bij de NPP wordt er geen onderscheid gemaakt tussen het eetbare gedeelte en de rest van de plant.
Tomaten worden in hun geheel verkocht (en gegeten) en bevatten naast organische stoffen ook veel water.

1p **37** In de biologische teelt produceren bodemorganismen (reducenten) ook CO_2.
In compost zitten naast organisch materiaal (plantaardige en dierlijke resten) ook levende organismen, zoals schimmels en bacteriën (reducenten). Deze organismen zetten de organische stoffen om in onder andere voedingszouten en CO_2, die vrijkomt bij de verbranding. In steenwol zit geen organisch materiaal en leven (dus) geen reducenten.

2p **38** *Voorbeelden van juiste antwoorden:*
- Door de warmte verdampt te veel water uit de planten / wordt het te droog [1p], waardoor de huidmondjes sluiten en de CO_2-opname vermindert. [1p]
- Bij grote hitte worden de enzymen van de fotosynthese onwerkzaam [1p], waardoor de plant geen CO_2 verbruikt. [1p]

Bij planten vindt gaswisseling plaats via de huidmondjes. Als deze openstaan, kan CO_2 naar binnen en O_2 naar buiten. Via de huidmondjes vindt ook verdamping plaats van water. Als de huidmondjes openstaan, zal er meer water verdampen. Op warme dagen zijn veel huidmondjes dicht, om waterverlies te beperken. Er kan dan ook minder CO_2 naar binnen, waardoor dit een beperkende factor is.
Het antwoord dat de bladeren mogelijk verdorren waardoor diffusie niet meer mogelijk is, is half goed omdat dit niet uitlegt hoe de CO_2-opname van de planten op een warme zomerse dag wordt beperkt.

2p **39** *Voorbeelden van een juiste uitleg:*
- Als er meer huidmondjes zijn, is het totale **diffusieoppervlak** groter, waardoor (per tijdseenheid) meer CO_2 het blad in kan diffunderen.
- Als er meer huidmondjes zijn, is de **diffusieafstand** tussen een huidmondje en (fotosynthetiserende) cellen gemiddeld kleiner, zodat CO_2 sneller opgenomen wordt.

[noemen van de juiste verandering van het diffusieoppervlak of de diffusieafstand: 1p; juiste omschrijving van het gevolg daarvan: verbetering van de diffusie van CO_2: 1p]

De diffusiesnelheid wordt beïnvloed door het oppervlak, de afstand en het concentratieverschil. Meer huidmondjes bij elkaar opgeteld leidt tot een groter diffusieoppervlak. Meer huidmondjes leidt ook tot een gemiddeld kleinere diffusieafstand tussen het huidmondje en de fotosynthetiserende cel omdat er dan meer huidmondjes zijn die vlak bij de (fotosynthetiserende) cellen zijn gesitueerd. Zie voor de wet van Fick ook Binas 83A en ScienceData 1.8.

Examen 2019-II

Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Hoe wild blijft de nieuwe wildernis?

De Oostvaardersplassen, waar de film 'De nieuwe wildernis' werd opgenomen, zijn met zo'n 5000 ha een van de grootste natuurgebieden van Nederland. Onderzoeker Perry Cornelissen heeft onderzocht hoe de flora en fauna zich hier in een kwart eeuw ontwikkelden.

De Oostvaardersplassen liggen in de Flevopolder, die in 1968 werd drooggemalen. In het gebied ontstond op de laagste plek spontaan een rietmoeras van 3600 ha (afbeelding 1). Begin jaren tachtig van de vorige eeuw werd het inmiddels omheinde natuurgebied uitgebreid met een hoger gelegen gebied van zo'n 2400 ha. Populaties van grote grazers zoals edelherten, heckrunderen en konikpaarden die in het gebied zijn uitgezet, konden zich er zonder menselijk ingrijpen ontwikkelen.

afbeelding 1

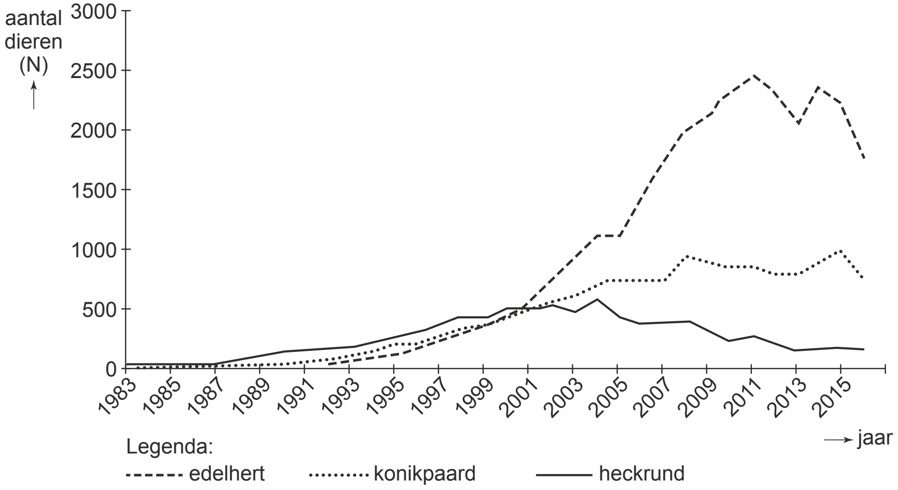
De grote grazers hebben invloed gehad op de ontwikkeling van de samenstelling van de flora en fauna in het natuurgebied.
De vraag is in hoeverre de successie in de Oostvaardersplassen natuurlijk is verlopen.

2p **1** – Geef een argument vóór de stelling dat deze successie natuurlijk is verlopen.
– Geef een argument tegen deze stelling.

2p **2** Beschrijf hoe de aanwezigheid van grote grazers de biodiversiteit in een gebied kan bevorderen.

Vanaf begin jaren tachtig zijn 32 heckrunderen, 18 konikpaarden en 52 edelherten in het gebied uitgezet. De populatieontwikkeling wordt sinds die tijd gevolgd (afbeelding 2).

afbeelding 2



De fluctuaties in populatiegroottes van de grote grazers worden door verschillende factoren beïnvloed. Sommige factoren zijn afhankelijk van de populatiedichtheid, andere niet.
Vier factoren zijn:
1 de beschikbaarheid van voedsel
2 de verspreiding van een besmettelijke ziekte
3 een hoge waterstand
4 een zeer koude winter

2p **3** Zet de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter of de betreffende factor **wel** of **niet** afhankelijk is van de populatiedichtheid.

Het landschap dat zich in een kwart eeuw heeft ontwikkeld, is minder gevarieerd geworden dan de natuurbeheerders hadden verwacht. In plaats van een afwisselende begroeiing van grasland met hier en daar bosjes met doornstruiken, kruiden en jonge bomen, is er voornamelijk grasland met kort gras ontstaan.

Volgens Cornelissen is dit te verklaren door de hoge begrazingsdruk.

2p **4** – Leg uit hoe een hoge begrazingsdruk de vestiging van doornstruiken tegenhoudt,
– en hoe daardoor de ontwikkeling naar een gevarieerdere vegetatie wordt geremd.

In het onderzoek van Cornelissen zijn de jaarlijkse geboorte- en sterftecijfers van verschillende grazers in relatie gebracht met de hoogte van het gras in augustus. Diagram 1 in afbeelding 3 geeft de resultaten weer van de konikpaarden. Diagram 2 en 3 geven de resultaten weer van de twee andere grote grazers.

afbeelding 3

diagram 1 konikpaarden

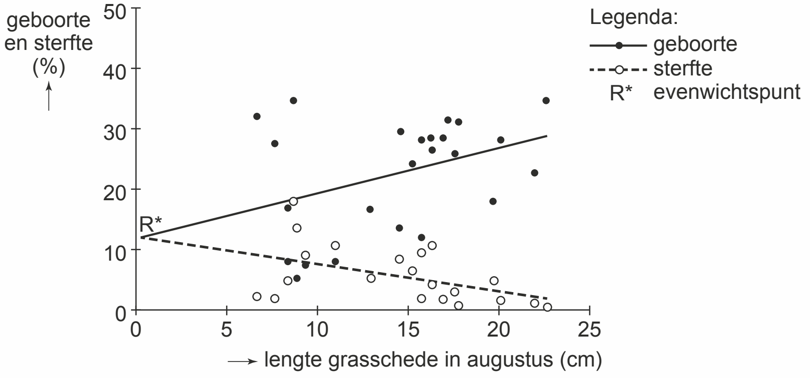


diagram 2

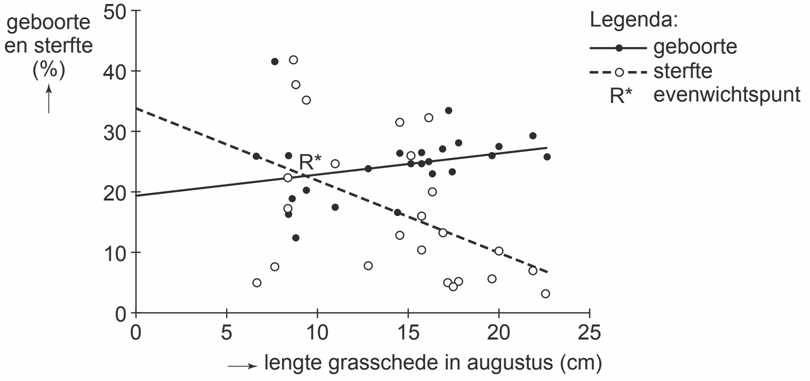
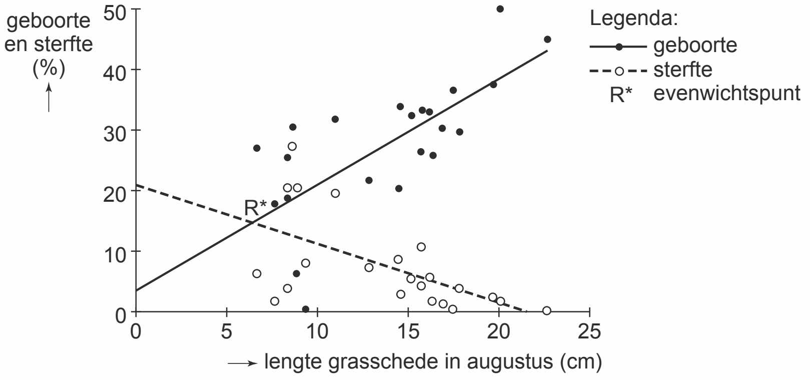


diagram 3



De graslengte waarbij geboorte en sterfte in de populatie in evenwicht zijn (R*) ligt bij de konikpaarden veel dichter bij nul dan bij de andere grazers.
Twee gegevens over het voedsel van de paarden en van de andere grazers zijn:

1 Paarden kunnen zeer kort gras eten, de andere grote grazers niet.
2 Paarden eten bij afwezigheid van voldoende gras ook wortels van brandnetel en riet, de andere grote grazers niet.

2p **5** Welk van deze gegevens kan een verklaring zijn voor de lage R*-waarde bij paarden?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

Bij diagram 2 en 3 in afbeelding 3 staat niet vermeld welk diagram gegevens van heckrunderen en welk diagram gegevens van edelherten weergeeft. Met behulp van de gegevens over de populatieontwikkeling (afbeelding 2, pagina 331) is dat af te leiden.

2p **6**
– Welk diagram in afbeelding 3 geeft de gegevens van edelherten weer?
– Beargumenteer je keuze, met een verwijzing naar de gegevens in afbeelding 2 én afbeelding 3.

Cornelissen heeft berekend dat de dichtheid van grote grazers moet verminderen van 1,1 per hectare naar ongeveer 0,2 per hectare om een grotere biodiversiteit te bereiken.
Jaarlijks grote grazers afschieten past niet in het oorspronkelijke beheer en de grazers kunnen ook niet elders in Nederland terecht.

2p **7** Noteer twee beheermaatregelen waarmee een lagere dichtheid van grote grazers in het gebied bereikt kan worden, zonder dieren af te schieten of te verplaatsen.

Insecten bestrijden met RNAi

De insecten die een bedreiging vormen voor voedselgewassen worden steeds meer resistent tegen insecticiden. Een nieuwe bestrijdingstechniek maakt gebruik van RNAi (RNA-interferentie). Het is onderzoekers van het Max Planck Instituut gelukt om hiermee de Coloradokever, wereldwijd de grootste bedreiger van de aardappeloogst, uit te schakelen.

De Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*, afbeelding 1) werd in 1922 per ongeluk vanuit de VS geïntroduceerd in Europa. Ook in Nederland vinden de kever en zijn larven een overmaat aan voedsel. Ze eten bladeren van de aardappel en verwante soorten zoals de tomaat, en hebben weinig last van natuurlijke vijanden. Coloradokevers hebben resistentie ontwikkeld tegen verschillende veelgebruikte insecticiden en inmiddels ook tegen de nieuwere middelen uit de groep van de neonicotinoïden.

afbeelding 1

Wilde planten beschikken vaak over hun eigen chemische bescherming tegen vraat. Bij het ontwikkelen van voedselgewassen is deze bescherming door de veredeling vaak verminderd.

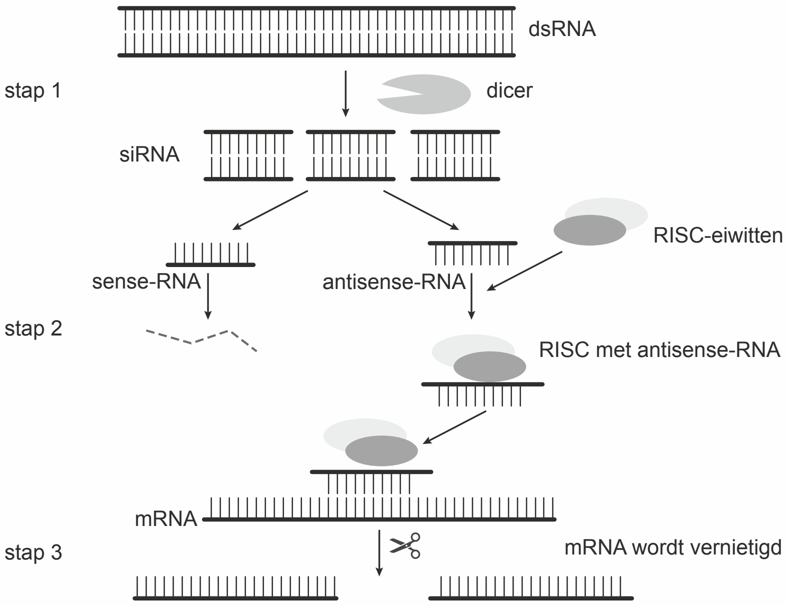
2p **8** Leg uit hoe veredeling ertoe kan leiden dat de chemische afweer tegen vraat bij een voedselgewas vermindert.

Insecticiden uit de groep van neonicotinoïden blokkeren de acetylcholinereceptoren in het centrale zenuwstelsel van insecten.

2p **9** Welk proces wordt hierdoor **direct** onmogelijk gemaakt?
- **A** afgifte van neurotransmitters
- **B** impulsgeleiding
- **C** impulsoverdracht
- **D** productie van neurotransmitters

De onderzoekers maakten met behulp van DNA-technieken aardappelplanten die dubbelstrengs-RNA (dsRNA) konden produceren gericht tegen het ACT-gen van de Coloradokever. Het ACT-gen codeert voor β-actine, een belangrijk onderdeel van het cytoskelet van cellen van de kever. Het dsRNA van de aardappelplant kan in de cellen van de kever het mechanisme van RNAi in gang zetten waardoor de genexpressie van het ACT-gen wordt geremd.
RNAi werkt als volgt (afbeelding 2):
1. dsRNA wordt in het cytoplasma door het enzym dicer geknipt in stukjes van ongeveer 21 nucleotiden, die siRNA (short interfering RNA) worden genoemd.
2. De antisense-streng van het siRNA vormt vervolgens, samen met een complex van eiwitten, het RISC (RNA-induced silencing complex).
3. Zodra RISC een mRNA met een complementaire code bindt, wordt dit mRNA vernietigd.

afbeelding 2



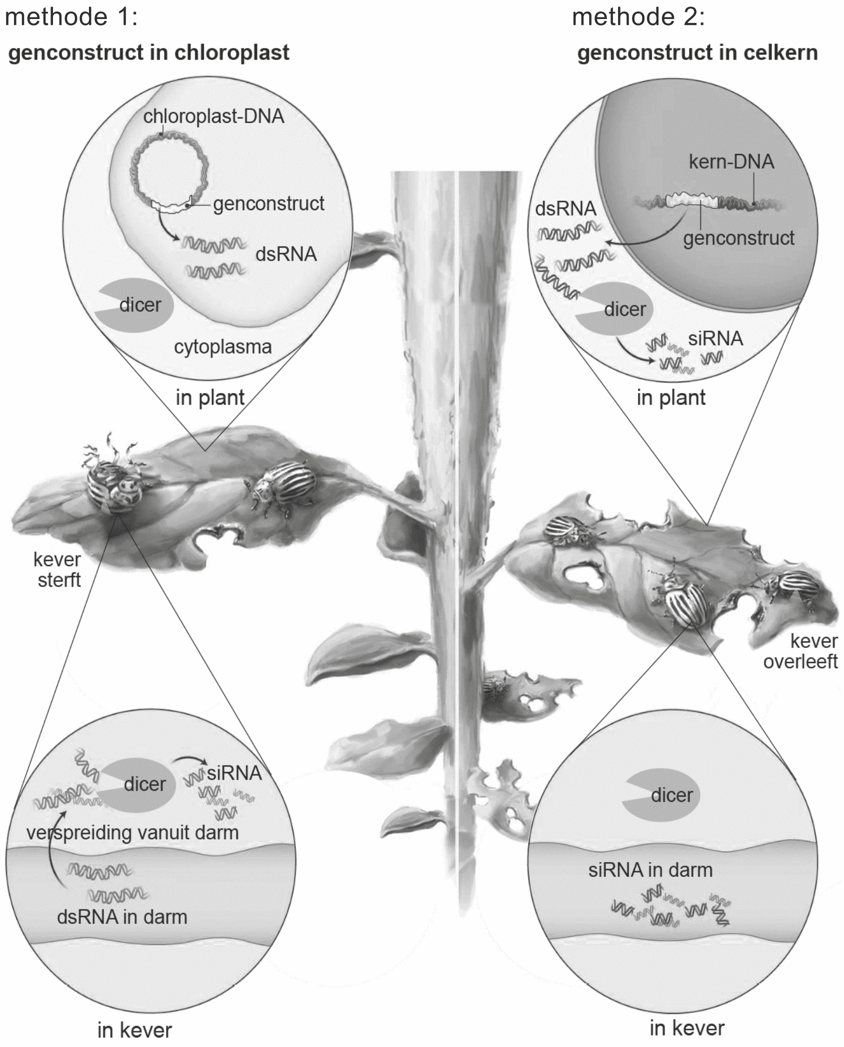
2p **10** Op welk moment vindt beïnvloeding van de genexpressie van het ACT-gen door RNAi plaats?
- **A** voor de transcriptie
- **B** tijdens de transcriptie
- **C** tussen de transcriptie en de translatie
- **D** na de translatie

Het dsRNA van de aardappelplant is gericht tegen een deel van een exon in het ACT-gen.

1p **11** Licht toe dat dsRNA gericht tegen een deel van een intron, **niet** effectief kan zijn.

De onderzoekers maakten twee typen transgene planten: aardappelplanten waarbij het genconstruct voor het maken van dsRNA gericht tegen het ACT-gen was ingebouwd in de chloroplasten en aardappelplanten waarbij het genconstruct was ingebouwd in de celkern. Er bleek een groot verschil in overleving wanneer de kevers en hun larven van het ene type plant aten of van het andere type plant.
Het veronderstelde RNAi-mechanisme en de gevolgen voor de kevers is vereenvoudigd weergegeven in afbeelding 3.

afbeelding 3



2p **12** Beschrijf aan de hand van de gegevens in afbeelding 3
- waardoor RNAi **wel** plaatsvindt in kevers die eten van aardappelplanten met het genconstruct in de chloroplasten,
- en waardoor RNAi **niet** plaatsvindt in kevers die eten van aardappelplanten met het genconstruct in de celkern.

De beschreven RNAi-techniek gericht tegen het ACT-gen heeft een groter effect op de larven van insecten dan op volwassen exemplaren.

1p **13** Verklaar aan de hand van de functie van het ACT-gen waardoor de beschreven RNAi-techniek vooral effect heeft op de larve.

Insectenbestrijding met RNAi is selectiever dan bestrijding met reguliere insecticiden.

1p **14** Verklaar waardoor bestrijding met RNAi selectief is.

Aardappelplanten worden ongeslachtelijk vermeerderd via knollen (de aardappels). Daarnaast vormt de plant bloemen en vruchten. De vruchtjes worden echter niet rijp omdat aardappels voor die tijd worden geoogst.
Bij voedselgewassen waarbij het genconstruct in het kern-DNA is ingebouwd, kan het gebeuren dat het genconstruct zich in de natuur verspreidt en terechtkomt in een nauwverwante soort. In het geval van de transgeen gemaakte chloroplasten is die kans nihil doordat plastiden bij aardappelplanten op dezelfde manier overerven als mitochondriën.

2p **15**
- Beredeneer dat een genconstruct in het kern-DNA van een aardappelplant massaal kan worden verspreid in de natuur.
- En beredeneer dat de kans dat een genconstruct in het chloroplast-DNA van een aardappelplant wordt verspreid in de natuur, nihil is.

Leven met cystic fibrosis

Taaislijmziekte of cystic fibrosis (CF) is een ernstige en veelvoorkomende erfelijke aandoening. Doordat de ziekte complex is, wordt de behandeling in Nederlandse CF-centra multidisciplinair aangepakt. Zo ook bij Bram, een CF-patiënt van 16 jaar. Minimaal een keer in de drie maanden bezoekt Bram het CF-centrum voor controle, en jaarlijks vindt een uitgebreid onderzoek plaats.

De basis van CF ligt in een defect in het gen voor het eiwit CFTR. Dit eiwit vormt normaliter een chloridekanaal in het celmembraan van epitheelcellen. Door het gendefect worden geen of slecht werkende chloridekanalen gemaakt. Daardoor is ook het transport van water in alle weefsels met epitheelcellen verstoord. Slijm dat op diverse plaatsen in het lichaam, zoals in de longen, wordt afgescheiden is door deze aandoening abnormaal taai. De defecte chloridekanaaltjes hebben gevolgen voor het functioneren van verschillende organen. Door het taaie slijm raken afvoergangen van organen verstopt, onder andere in het spijsverteringsstelsel.

CF-patiënten hebben een verhoogd risico op infecties. Bram heeft hierdoor al een paar keer in het ziekenhuis gelegen met een longontsteking.

2p **16** Leg uit hoe het taaie slijm in de luchtwegen van Bram de kans op een bacteriële longontsteking vergroot.

Bij een bezoek aan het CF-centrum mag Bram niet in contact komen met andere CF-patiënten. Dit segregatiebeleid voorkomt dat Bram een bacterie oploopt van een andere CF-patiënt.
Bacteriën die algemeen voorkomen in bijvoorbeeld tuinaarde, zoals *Pseudomonas aeruginosa*, veroorzaken bij gezonde mensen zelden problemen, maar kunnen bij CF-patiënten chronische infecties veroorzaken, die met antibiotica behandeld worden.

1p **17** Verklaar waardoor besmetting met een *P. aeruginosa*-bacterie afkomstig uit de luchtwegen van een andere CF-patiënt gevaarlijker is voor Bram dan besmetting met een *P. aeruginosa*-bacterie uit tuinaarde.

> Doordat ook de alvleessapafgifte belemmerd is bij CF-patiënten, is de omzetting van bepaalde bestanddelen in de voeding beperkt.
> Bram slikt daarom enzymsupplementen, zodat deze omzettingen wel goed kunnen plaatsvinden.

Drie omzettingen in het darmkanaal van een gezond persoon zijn:
1 glycogeen → maltose
2 dipeptiden → aminozuren
3 triglyceriden → monoglyceriden

2p **18** Zet de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter of de betreffende omzetting **wel** of **niet** door enzymen uit alvleessap wordt bewerkstelligd.

De enzymsupplementen die Bram bij elke maaltijd slikt werken goed maar toch is zijn vetvertering niet optimaal: hij heeft een vettige ontlasting.

2p **19** Leg uit waardoor de ontlasting bij CF-patiënten vaak vettig is.

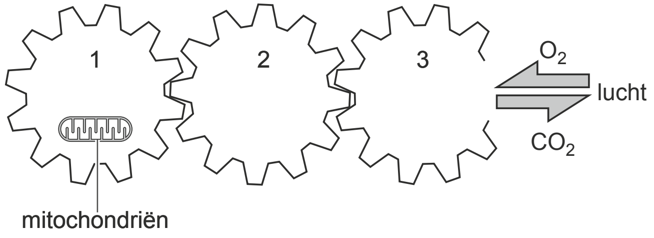
Bram moet zijn best doen om niet af te vallen. Net als veel andere CF-patiënten heeft hij een verhoogde ruststofwisseling.
De ruststofwisseling kan worden afgeleid uit de meting van het CO_2-gehalte én het O_2-gehalte van de lucht die in- en uitgeademd wordt tijdens rust.
Gegevens met betrekking tot de dissimilatie zijn:
1 In spieren kan anaerobe dissimilatie optreden, waarbij melkzuur wordt gevormd maar geen CO_2.
2 Bij de dissimilatie van eiwitten en vetten wordt meer O_2 verbruikt dan er aan CO_2 wordt gevormd.

2p **20** Welk van deze gegevens verklaart dat de meting van het CO_2-gehalte in de uitademingslucht alleen **niet** voldoende is om de ruststofwisseling te bepalen?
A geen van beide
B alleen 1
C alleen 2
D zowel 1 als 2

> De lichamelijke conditie van Bram wordt goed gecontroleerd. Een maat voor de conditie is de VO_2-max: het maximale volume zuurstof dat bij maximale lichamelijke inspanning per tijdseenheid getransporteerd en verbruikt wordt. Hoe hoger de VO_2-max is, hoe beter de conditie is.

Drie orgaanstelsels beïnvloeden de VO_2-max. In afbeelding 1 is de samenhang tussen deze drie orgaanstelsels schematisch weergegeven.

afbeelding 1



2p **21** Welke orgaanstelsels zijn in afbeelding 1 als tandwielen voorgesteld?
Zet de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en noteer de namen van de betreffende orgaanstelsels erachter.

De VO_2-max kan worden berekend met de volgende waarden:
- r het O_2-gehalte in aders
- s het O_2-gehalte in slagaders
- t de hartslagfrequentie
- u het slagvolume van het hart

2p **22** Met behulp van welke formule kan de VO_2-max dan berekend worden?

A $VO_2\text{-max} = \frac{r - s}{t \times u}$

B $VO_2\text{-max} = \frac{s - r}{t \times u}$

C $VO_2\text{-max} = (r - s) \times t \times u$

D $VO_2\text{-max} = (s - r) \times t \times u$

> De VO_2-max kan ook afgeleid worden uit een inspanningstest. Bram moet dan zo hard mogelijk fietsen op een hometrainer terwijl de samenstelling van de lucht die hij in- en uitademt voortdurend geregistreerd wordt.
> De VO_2-max is bereikt als de hoeveelheid zuurstof die Bram opneemt niet meer toeneemt, ondanks een toenemende inspanning.

Om het resultaat van de VO_2-max-meting te beoordelen en te vergelijken met dat van andere personen, wordt er doorgaans gecorrigeerd voor het lichaamsgewicht. De uitkomst wordt dan uitgedrukt in het maximale aantal milliliters opgenomen zuurstof per kilogram lichaamsgewicht per minuut. CF-kinderen hebben echter een lager lichaamsgewicht dan normaal door een relatief lage vetmassa. Er moet dus een extra correctie plaatsvinden om de VO_2-max van Bram te kunnen vergelijken met die van gezonde leeftijdsgenoten. Anders geeft de VO_2-max een verkeerde indruk van zijn conditie.

2p **23** Als de VO_2-max **zonder** extra correctie berekend wordt per kilogram lichaamsgewicht, is het resultaat dan een onderschatting of een overschatting van de conditie van Bram? En moet, om dit te corrigeren, de uitkomst van de VO_2-max-meting worden berekend per kilogram vetmassa, of per kilogram vetvrije massa?

	Brams conditie wordt zonder correctie	correctie door berekening
A	onderschat	per kilogram vetmassa
B	onderschat	per kilogram vetvrije massa
C	overschat	per kilogram vetmassa
D	overschat	per kilogram vetvrije massa

Herhaalde longinfecties leiden tot schade aan de luchtwegwand. Dit geeft problemen doordat lucht wel makkelijk de longen inkomt, maar er door obstructie niet makkelijk uitgaat. Hierdoor wordt er telkens iets meer lucht ingeademd dan uitgeademd. Het gevolg is‘hyperinflatie’.
Bij elk bezoek aan het CF-centrum wordt de longfunctie van Bram onderzocht en worden de longparameters vergeleken met die van het vorige bezoek.
Twee longparameters zijn:
- het restvolume
- de vitale capaciteit

2p **24** Welke uitkomst van het onderzoek duidt op toegenomen hyperinflatie?

	het restvolume	de vitale capaciteit
A	is afgenomen	is afgenomen
B	is afgenomen	is toegenomen
C	is toegenomen	is afgenomen
D	is toegenomen	is toegenomen

Genezing van CF zou op termijn wellicht mogelijk zijn met behulp van gentherapie. Een methode die is onderzocht, is het inbrengen van een intact CFTR-gen in de epitheelcellen van de luchtwegen van CF-patiënten. Die epitheelcellen gingen vervolgens het juiste CFTR-eiwit produceren. Hoewel de patiënten hierdoor een verbeterde longfunctie kregen, was er geen sprake van genezing van CF.

1p **25** Verklaar waardoor deze vorm van gentherapie **niet** leidt tot genezing van CF.

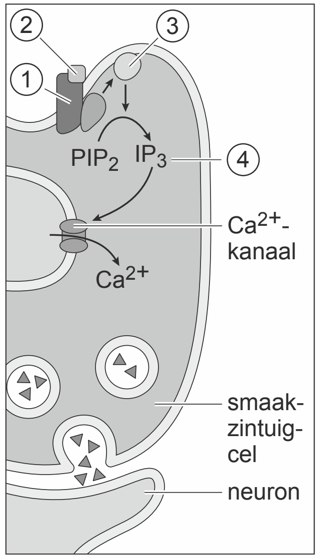
Zijn bittere spruitjes lekker?

Zijn spruitjes lekker of niet? Over smaak valt niet te twisten zegt men wel, en daar blijkt nu een wetenschappelijke verklaring voor te zijn.

Smaakpapillen op de tong bevatten vele smaakzintuigcellen, die samen gevoelig zijn voor de vijf nu bekende smaken: zoet, zuur, zout, bitter en umami. Smaakzintuigcellen zijn chemoreceptoren waarbij elk type op een eigen manier een bepaalde smaak waarneemt.

In afbeelding 1 is weergegeven hoe een bepaalde bittere stof uit spruitjes een smaakzintuigcel activeert: er wordt een signaalcascade in gang gezet die impulsen opwekt in het neuron dat aan de chemoreceptor verbonden is.
In de signaalcascade zijn met de nummers 1 tot en met 4 enkele stoffen aangegeven.

afbeelding 1



De functies van de stoffen 1 tot en met 4 (afbeelding 1) zijn:
- enzym
- receptor
- second messenger
- signaalstof

2p **26** Zet de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter welke functie de betreffende stof heeft.

De signaalcascade in de smaakzintuigcel leidt uiteindelijk via een verhoging van de Ca^{2+}-concentratie in het cytoplasma tot het ontstaan van impulsen in het aangrenzende neuron.

2p **27** Hoe reageert het presynaptisch membraan op de verhoging van de Ca^{2+}-concentratie? En hoe reageert als gevolg daarvan het postsynaptisch membraan?

	reactie presynaptisch membraan	reactie postsynaptisch membraan
A	synthese van neurotransmitter	depolarisatie
B	synthese van neurotransmitter	hyperpolarisatie
C	exocytose van neurotransmitter	depolarisatie
D	exocytose van neurotransmitter	hyperpolarisatie

> De meeste mensen zijn 'gewone' proevers. Sommige mensen proeven relatief weinig, zij houden van sterke smaken. En andere mensen zijn superproever: zij hebben meer smaakpapillen, met meer smaakzintuigcellen die ook nog gevoeliger zijn.

Superproevers vertonen soms bij het eten van een bittere stof een schrikreflex: ze knijpen de ogen dicht en spannen de nekspieren aan.
In het stukje tekst hieronder wordt de betreffende reflexboog beschreven. Op de plaatsen 1, 2 en 3 ontbreekt een woord.
"Informatie van smaakzintuigcellen wordt normaliter verwerkt in de …(1)… van het smaakcentrum in de hersenschors. Een bittere stof kan bij een superproever een reflexboog in gang zetten die via …(2)… leidt tot impulsen in …(3)… neuronen, waardoor de ogen dichtknijpen."

2p **28** Zet de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter welk van de volgende opties de tekst juist aanvult.
bij 1 grijze stof / witte stof
bij 2 de hersenstam / het ruggenmerg
bij 3 motorische /sensorische

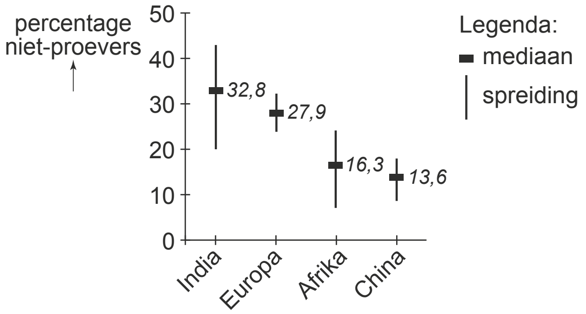
> Het proeven van bittere stoffen kan getest worden met behulp van PTC, een bittere smaakstof. Lange tijd werd aangenomen dat het vermogen om PTC te proeven, berust op een enkel autosomaal gen met twee allelen. Niet-proevers zijn homozygoot voor het ene allel, superproevers zijn homozygoot voor het andere allel. Superproevers vinden PTC heel sterk smaken (en vaak ook heel vies). Iemand met het heterozygote genotype kan de stof wel proeven, maar proeft die niet heel sterk.

Door deze duidelijke genetische correlatie werd in het verleden het al dan niet proeven van PTC als vaderschapstest gebruikt. Deze test is echter niet altijd eenduidig.
Stel dat een moeder PTC waarneemt, maar geen superproever is, en haar dochter de stof niet proeft.

2p **29** Welke mannen kunnen op basis van de PTC-proeftest dan de vader van het meisje zijn?
A alleen niet-proevers
B alleen gewone proevers
C alleen superproevers
D zowel niet-proevers als gewone proevers
E zowel gewone proevers als superproevers

In een rapport van het Amerikaanse NIDCD werd het percentage personen dat PTC **niet** proeft, in verschillende bevolkingsgroepen, landen en werelddelen gepresenteerd. Een deel is in afbeelding 2 weergegeven.

afbeelding 2



2p **30** Hoe groot is het percentage Europese PTC-superproevers? Ga er bij je berekening van uit dat de regel van Hardy-Weinberg geldt en gebruik de mediaanwaarde.
A 22%
B 24%
C 48%
D 50%
E 53%
F 72%

Als er een sterk selectienadeel zou zijn voor het fenotype superproever of niet-proever, zou je verwachten dat een van beide allelen door natuurlijke selectie verdwenen zou zijn. Sommige wetenschappers denken daarom dat er een selectievoordeel is voor het intermediaire fenotype.

2p **31** – Noteer een mogelijk selectievoordeel voor het intermediaire fenotype ten opzichte van het superproever-fenotype.
– Noteer een mogelijk selectievoordeel voor het intermediaire fenotype ten opzichte van het niet-proever-fenotype.

> Het genetisch mechanisme voor het proeven van bittere stoffen blijkt complexer dan in eerste instantie werd gedacht. Waarschijnlijk zijn er meer genen bij betrokken. Bovendien kunnen er per gen meerdere allelen zijn. Hierdoor is er een grote variatie in receptoreiwitten voor de verschillende bittere stoffen. De smaak van bijvoorbeeld spruitjes kan hierdoor zeer verschillend worden waargenomen.
> Soms verschillen de allelen van één gen als gevolg van slechts één veranderd basenpaar. Een dergelijk SNP (single nucleotide polymorphism) kan leiden tot een niet-functioneel of een anderswerkend eiwit.

Een bepaald SNP leidt op moleculair niveau tot de vorming van een afwijkend eiwit, dat op niveau van het organisme een andere smaakwaardering tot gevolg heeft.

2p **32** Leg uit hoe een afwijkend eiwit kan leiden tot een andere waardering van de smaak van spruitjes.

Vaccineren tegen mazelen

Steeds meer ouders in Europese steden zien af van vaccinatie van hun kinderen, waardoor mazelenepidemieën steeds vaker zullen optreden. Mazelen is echter geen onschuldige kinderziekte.

Mazelen is een zeer besmettelijke virusziekte die het immuunsysteem langdurig verzwakt. Het virus wordt verspreid via de lucht door hoesten, niezen en praten. Eenmaal in de luchtwegen infecteert het virus een macrofaag of een dendritische cel die het virus naar het lymfesysteem vervoert, waar het vermenigvuldigd wordt in lymfocyten. Vanuit de lymfocyten komt het virus terecht in andere lichaamscellen, zoals die van de huid, wat te zien is aan de rode uitslag. Het kan ook cellen van de longen, lever en blaas en soms van de hersenen infecteren.
Het grootste gevaar is dat door de ziekte het immunologisch geheugen van het lichaam grotendeels wordt gewist. Tot wel drie jaar later is hierdoor de kans op secundaire infecties, zoals een bacteriële longontsteking, veel groter.

Iemand ademt een mazelenvirus in en dit virus infecteert een macrofaag in de luchtwegen. Virusdeeltjes uit de macrofaag infecteren op hun beurt de lymfocyten in een lokale lymfeknoop. Via de lymfocyten bereikt het virus cellen in de milt.

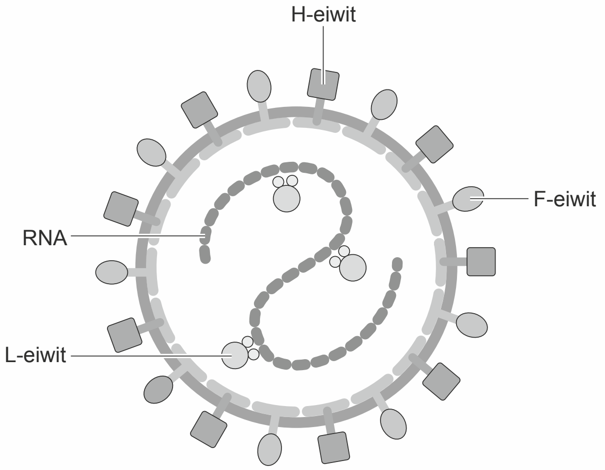
2p **33** Via welke weg gaat een geïnfecteerde macrofaag van het luchtwegepitheel naar de lokale lymfeknoop? En hoe komen geïnfecteerde lymfocyten uiteindelijk in de milt aan?

	luchtwegepitheel naar lymfeknoop	bereiken milt
A	via bloed	met de lymfe
B	via bloed	met het bloed
C	via weefselvocht	met de lymfe
D	via weefselvocht	met het bloed

1p **34** Welke twee celtypen zijn het immunologisch geheugen van het lichaam?

Sinds 1963 is er een ‘levend’ vaccin tegen mazelen. Dit vaccin bevat mazelenvirussen die verzwakt zijn doordat het virus herhaaldelijk is gerepliceerd in verschillende celculturen: in menselijke niercellen en amnioncellen, en daarna in cellen van kippenembryo’s. De verzwakte virussen die zo ontstaan, wekken een goede immuunreactie op, maar worden veel minder vaak vermenigvuldigd en minder verspreid in menselijke gastheercellen. Je wordt daardoor niet tot nauwelijks ziek van het vaccin.
In afbeelding 1 is het mazelenvirus schematisch weergegeven.

afbeelding 1



Het virale genoom van het mazelenvirus bestaat uit RNA dat onder andere codeert voor de volgende structuureiwitten:
- H-eiwit (hemagglutinine): voor hechting aan de gastheercel
- F-eiwit (fusie-eiwit): voor fusie van het virus met de gastheercel
- L-eiwit (large protein): enzymatisch deel van het RNA-polymerase-complex

Door het kweken van het mazelenvirus in de genoemde celtypen wijzigt de selectiedruk op het virus, waardoor varianten van virusgenen verdwijnen of juist behouden blijven.

2p **35** Verklaar aan de hand van de werking van het vaccin dat van belang is
- dat de genen voor het H-eiwit en het F-eiwit behouden blijven,
- en dat het gen voor het L-eiwit veranderd is.

De immuunrespons die opgewekt wordt door verzwakte virussen in een 'levend' vaccin is anders dan de immuunrespons die opgewekt wordt door virusdelen in een 'dood' vaccin.
Twee immuunresponsen zijn:
1 rijping van cytotoxische T-cellen
2 rijping van plasmacellen

2p **36** Welke immuunrespons kan geactiveerd worden door een 'levend' vaccin? En welke door een 'dood' vaccin?

	'levend' vaccin	'dood' vaccin
A	alleen 1	alleen 2
B	alleen 1	zowel 1 als 2
C	alleen 2	alleen 1
D	alleen 2	zowel 1 als 2
E	zowel 1 als 2	alleen 1
F	zowel 1 als 2	alleen 2

Baby's jonger dan vier weken worden niet gevaccineerd en de eerste vaccinatie tegen mazelen komt pas na een jaar. Heel jonge baby's vaccineren heeft over het algemeen geen nut: het vaccin slaat niet aan.
Dit is gedeeltelijk te wijten aan het onvoldoende uitgerijpte immuunsysteem.

2p **37** Leg uit door welke andere oorzaak vaccinaties bij baby's in de eerste weken na de geboorte geen immuunrespons oproepen.

Door tegenstanders van vaccinatie wordt soms het argument gebruikt dat bij een mazelenepidemie meer gevaccineerde kinderen de ziekte krijgen dan niet-gevaccineerde kinderen.
Ga uit van een geboortecohort (jaargroep) van 200.000 kinderen. Van deze kinderen wordt 93% gevaccineerd en het vaccin geeft in 92% van de toedieningen een effectieve bescherming tegen mazelen.

3p **38** – Laat aan de hand van berekeningen zien dat in dit cohort tijdens een epidemie inderdaad meer gevaccineerde kinderen ziek kunnen worden dan niet-gevaccineerde kinderen.
– Licht toe dat dit als argument tegen vaccinatie **niet** houdbaar is.

Hints bij examen 2019-II

1 Populaties van grote grazers die in het gebied zijn uitgezet, konden zich er zonder menselijk ingrijpen ontwikkelen.

2 Ga na op welke manier(en) de grote grazers hun omgeving beïnvloeden.

3 Welke factoren veranderen niet als de populatie toeneemt of afneemt?

4 De doorns aan volwassen doornstruiken bieden bescherming.

5 Geboorte en sterfte zijn in evenwicht als er voldoende voedsel is (niet te veel en niet te weinig).

6 Een populatie groeit als het aantal geboortes groter is dan het aantal sterftes. De graslengte in augustus is voor alle populaties gelijk.

7 Een lagere dichtheid betekent dat de populaties in het gebied moeten krimpen.

8 Een veredelaar let vaak op eigenschappen die voor consumenten belangrijk zijn.

9 Geactiveerde receptoren zorgen voor depolarisatie of hyperpolarisatie.

10 Gebruik Binas 71H of ScienceData 16.6.

11 Gebruik Binas 71H of ScienceData 16.6.

12 In welk geval komt het dsRNA in het cytoplasma terecht?

13 Het gen codeert voor een belangrijk onderdeel van het cytoskelet.

14 dsRNA bindt aan een specifieke basenvolgorde van de plaagsoort.

15 Mitochondriaal DNA en chloroplast-DNA worden alleen via eicellen doorgegeven.

16 In de luchtwegen zitten trilharen.

17 Door welke oorzaak gaan bacteriën niet dood door antibiotica?

18 Gebruik Binas 82F en 82G of ScienceData 22.7 en 22.9.

19 Naast enzymen is nog een andere stof belangrijk voor de vertering van vetten.

20 Tijdens de ruststofwisseling vindt alleen dissimilatie met zuurstof plaats.

21 Welke organen zijn betrokken bij lichamelijke inspanning?

22 De hoeveelheid bloed die rondgepompt wordt is afhankelijk van de hoeveelheid bloed per hartslag en de frequentie van de hartslagen.

23 Vul in de formule willekeurige getallen in voor Bram en voor een gezond persoon (met meer vetmassa).

24 De longcapaciteit (= vitale capaciteit + restvolume) blijft gelijk.

25 Wat gebeurt er bij vervanging van cellen?

26 Zet eerst achter elk begrip de functie of werking ervan.

27 Gebruik Binas 88F en 88G of ScienceData 25.2 en 25.3.

28 De reflexboog voor organen in het hoofd vindt plaats in het hoofd.

29 Noteer het genotype van de moeder en de dochter.

30 Bepaal q (frequentie van het allel voor niet-proevers) met behulp van de wet van Hardy-Weinberg.

31 Voedsel levert energie, maar kan ook gevaar opleveren.

32 Kijk naar afbeelding 1 en beredeneer wat er gebeurt als de receptor zodanig verandert dat de signaalstof (bittere smaak) niet meer bindt.

©ThiemeMeulenhoff

33 Cellen zijn omgeven door weefselvloeistof.
34 Gebruik Binas 84L of ScienceData 32.9.
35 Veel eiwitten aan de buitenkant van een cel hebben een antigene werking.
36 Gebruik Binas 84L of ScienceData 32.9.
37 In het bloed van de moeder bevinden zich antistoffen.
38 Schrijf bij de berekening de afzonderlijke stappen op en kijk hoeveel kinderen er wel beschermd zijn.

Uitwerkingen bij examen 2019-II

Hoe wild blijft de nieuwe wildernis?

2p **1** – *Voorbeelden van een juist argument vóór de stelling:* [1p]
- De grazers zijn een onderdeel van het ecosysteem.
- Er is niet gemaaid.
- Er werd niet ingegrepen door mensen.
- De planten hebben zich spontaan gevestigd.

– *Voorbeelden van een juist argument tegen de stelling:* [1p]
- De grote grazers zijn door mensen uitgezet.
- Er zijn geen grote predatoren aanwezig.
- Tijdens strenge winters zijn de grazers bijgevoerd.

Successie is de verandering in soortensamenstelling binnen een bepaald gebied. Argumenten vóór de stelling zijn voorbeelden van processen waarbij de mens niet ingrijpt. Argumenten tegen de stelling zijn voorbeelden van invloeden van of ingrijpen door de mens.

2p **2** *Voorbeelden van een juiste beschrijving:*
- De grote grazers eten (voor hen geschikte) vegetatie, waardoor andere planten meer groeimogelijkheden hebben.
- Doordat de paarden de vegetatie openhouden, ontstaan er niches waar specifieke dieren kunnen voorkomen.
- Grote grazers zorgen dat nutriënten (via onverteerde voedselresten) weer in de bodem terechtkomen, waardoor de variatie aan reducenten toeneemt.
- Door de poep van runderen ontstaan er voedselrijke plekken waar andere plantensoorten kunnen groeien.
- De grote grazers kunnen een voedselbron vormen voor grote carnivoren die dan in het gebied kunnen gaan leven.
- Door activiteit van grazers ontstaan verschillen in betreding, waardoor verschillende planten een kans krijgen.

[juiste beschrijving van de invloed op het milieu/voedselweb: 1p; juiste beschrijving van het gevolg voor de biodiversiteit: 1p]
Biodiversiteit is de variatie aan soorten in een bepaald gebied. Doordat grote grazers bepaalde planten eten, ontstaat er meer ruimte voor andere planten om te groeien en neemt de biodiversiteit toe.

3p **3** 1 wel
2 wel
3 niet
4 niet
[vier antwoorden juist: 2p; drie antwoorden juist: 1p; minder dan drie antwoorden juist: 0p]
Biotische factoren (beschikbaarheid van voedsel, predatoren, ziekteverwekkers als bacteriën) zijn vaak afhankelijk van de populatiedichtheid. Immers: hoe groter de populatiedichtheid, hoe minder voedsel er beschikbaar is per individu, en hoe sneller ziektes onderling kunnen worden verspreid. Abiotische factoren (temperatuur, hoeveelheid water) zijn meestal onafhankelijk van de populatiedichtheid.

2p **4** – Grazers vreten de jonge doornstruiken op of ze vertrappen ze, [1p]
– terwijl zich onder/rondom grotere doornstruiken andere vegetatie (beschermd tegen vraat of betreding) had kunnen ontwikkelen / waardoor bepaalde planten niet beschermd zijn (tegen vraat of betreding). [1p]
Door begrazing worden jonge struikjes die zich tussen het gras ontwikkelen ook aangevreten of door de dieren vertrapt. Daardoor kunnen deze struiken niet of moeilijk groeien. Doornstruiken verdedigen zich tegen planteneters met hun doornen. Daardoor kunnen onder de bescherming van deze doornstruiken andere planten groeien.

2p **5** **D** Beide gegevens kunnen een verklaring zijn voor de lage R*-waarde bij paarden.
De R-waarde ligt voor paarden dicht tegen graslengte nul. Dat betekent dat geboorte en sterfte in evenwicht zijn als het gras in augustus zeer kort is. Dat kan komen doordat (alleen) paarden zeer kort gras kunnen eten: voor hen is er ook bij zeer kort gras nog voldoende voedsel (en voor de andere grote grazers niet). Het kan ook komen doordat paarden alternatieve voedselbronnen (bijv. wortels van brandnetels) kiezen als het gras té kort is in augustus. De andere grote grazers kunnen dat niet.*

2p **6** Diagram 3 geeft de gegevens van edelherten weer:
- omdat uit afbeelding 2 blijkt dat de populatiegroei bij de edelherten groter is dan bij de heckrunderen [1p];
- omdat in diagram 3 (in afbeelding 3) bij korter gras de geboortes de sterftes al overstijgen / de R* al bij korter gras is bereikt / er een hoog maximaal geboortecijfer is dat nodig is om die sterke populatiegroei te verkrijgen. [1p]

In afbeelding 2 zie je dat het aantal edelherten vanaf 2001 meer toeneemt (absolute aantallen) en sneller toeneemt (steilere grafieklijn) dan het aantal heckrunderen. Een populatie groeit sneller naarmate het verschil tussen het aantal geboortes en sterftes groter is.
In diagram 2 is bij een graslengte van bijvoorbeeld 20 cm de netto populatiegroei ongeveer 25% (groei) – 10% (sterfte) = 15%. In diagram 3 is de netto populatiegroei bij dezelfde graslengte ongeveer 37% (groei) – 2% (sterfte) = 35%. Deze grotere groei van diagram 3 (steilere geboortelijn en minder sterfte) komt overeen met de grotere groei van het aantal edelherten.

2p **7** *Voorbeelden van juiste beheermaatregelen:*
- predatoren introduceren
- anticonceptiemiddelen toepassen
- niet bijvoeren in een strenge winter
- een ziekte introduceren

[per juiste beheermaatregel: 1p]
Bij het examen werd het antwoord 'Bepaalde stukken tijdelijk afsluiten voor de grazers zodat de biodiversiteit zich daar kan herstellen' ook goed gerekend. Met die beheermaatregel wordt echter geen kleinere dichtheid bereikt (eerder andersom). Wel een grotere biodiversiteit, maar dat was de vraag niet.

Insecten bestrijden met RNAi

2p **8** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Sommige planten maken van nature giftige stoffen tegen vraatinsecten. Bij het selecteren van exemplaren om mee te kruisen wordt steeds gekozen voor de planten die het minst van deze gifstoffen vormen, waardoor ze in de voedselgewassen niet meer voorkomen.
- De wilde plantensoort heeft bijvoorbeeld een bittere smaak om vraat tegen te gaan. Bij het veredelen kies je alleen die individuen om mee te kruisen die geen bittere stoffen maken. De nakomelingen die uiteindelijk ontstaan, zijn veel lekkerder om te eten (voor mensen, maar dus ook voor insecten).
- Als er bij het selecteren niet gelet is op vraatbestendigheid, kunnen (allelen voor) afweerstoffen verdwenen zijn bij de nakomelingen.

Door voedselgewassen te selecteren op andere eigenschappen dan vraatbestendigheid, bijvoorbeeld op smaak of giftigheid, of door het wegvallen van selectiedruk door vraat [1p] *kunnen (allelen voor) afweerstoffen tegen vraat verdwijnen.* [1p]

2p **9** **C** Impulsoverdracht wordt direct onmogelijk gemaakt.
Aan acetylcholinereceptoren binden neurotransmitters, waarna een actiepotentiaal wordt opgewekt in het postsynaptisch membraan. Dit heet impulsoverdracht (van de ene zenuwcel naar de andere). Bij het blokkeren van de acetylcholinereceptoren kunnen neurotransmitters zich hieraan niet meer binden, waardoor er geen actiepotentiaal meer wordt opgewekt in het postsynaptisch membraan en er geen impulsoverdracht plaatsvindt.

2p **10** **C** Genexpressie-beïnvloeding vindt plaats tussen transcriptie en translatie.
Afbeelding 2, stap 2 laat zien dat een compleet mRNA-molecuul is gemaakt. Dit betekent dat de transcriptie is afgerond. Translatie gebeurt bij de ribosomen, waar het mRNA wordt afgelezen en een eiwit wordt gevormd. Na transcriptie en voor translatie bindt het RISC zich aan het mRNA-molecuul. In Binas 71H en ScienceData 16.6 staat een overzicht van transcriptie, translatie en de rol van ribosomen.

1p **11** In de kern vindt splicing (verwijdering van introns uit het pre-mRNA) plaats, dus introns komen niet in het cytoplasma terecht (waar RNAi plaatsvindt).
Zie Binas 71H of ScienceData 16.6.

2p **12**
- In chloroplasten ontbreekt het enzym dicer / komt het dsRNA niet in het cytoplasma terecht, waardoor dsRNA intact in cellen van de kever terechtkomt (waardoor RNAi in gang wordt gezet). [1p]
- dsRNA, geproduceerd in de celkern, wordt in het cytoplasma afgebroken tot siRNA, dat vervolgens (na consumptie) in de keverdarm blijft / wordt afgebroken / niet uit de keverdarm wordt opgenomen, en dus geen RNAi-respons geeft. [1p]

RNAi is het proces waarbij mRNA-moleculen worden geblokkeerd of afgebroken zodat geen translatie kan plaatsvinden. Wanneer het genconstruct in de chloroplast zit, blijft het dsRNA in de chloroplast zitten. Daardoor komt dsRNA niet in contact met de dicer die in het cytoplasma zit en wordt er geen siRNA gevormd. De plant heeft geen ACT-gen en dus kan er geen RNAi plaatsvinden. Kevers die deze planten(cellen) eten hebben daardoor intact dsRNA in hun darm. Vervolgens wordt intact dsRNA in de lichaamsvloeistof opgenomen via de darmwand, waarna het in kevercellen door dicers wordt omgezet in siRNA. Daardoor vindt de RNAi-respons in kevers wel plaats.
Wanneer het genconstruct in de celkern zit, komt het dsRNA in het cytoplasma en wordt deze door de dicer omgezet in siRNA. Deze plantencellen bevatten dus siRNA. Cellen van deze plant worden door kevers gegeten. Het siRNA blijft achter in de darm van de kevers, waar het wordt afgebroken.

1p **13** De larven groeien / ontwikkelen zich nog en daardoor produceren ze veel nieuwe cellen / meer actine.
Het ACT-gen codeert voor β-actine, een belangrijk onderdeel van het cytoskelet van cellen van de kever. Bij snelgroeiende larven worden er meer cellen gevormd en moet er dus ook meer β-actine worden aangemaakt. Door de RNAi-techniek wordt het ACT-gen uitgeschakeld en ontwikkelt het cytoskelet zich minder goed, waardoor deze larven zich niet goed kunnen ontwikkelen.

1p **14** Alleen insecten die echt van de plant eten krijgen het binnen *of* RNAi kan gericht worden op een unieke basenvolgorde / (een deel van) een specifiek gen van de plaagsoort.
Doordat de plant specifiek dsRNA heeft kan dit binden aan een bepaalde basenvolgorde (een deel van een exon in het ACT-gen) van de plaagsoort. Andere organismen bezitten deze basenvolgorde niet. Doordat dsRNA alleen wordt opgenomen door de insecten die de plant eten, worden onschadelijke insecten niet gedood.

2p **15**
- Een genconstruct in kern-DNA kan met het stuifmeel worden verspreid en daardoor op veel plaatsen (op een grote afstand) terechtkomen en daar voor bevruchting zorgen. [1p]
- Een genconstruct in chloroplast-DNA komt (via de eicel) terecht in het zaad, dat niet verspreid wordt (doordat al is geoogst voordat de vruchtjes rijp zijn) / in aardappels terechtkomt, die niet verspreid worden (doordat die worden geoogst) / niet via stuifmeel in (hybride) zaden/planten terechtkomt doordat chloroplasten niet worden overgedragen. [1p]

Stuifmeelkorrels (met het genconstruct in het kern-DNA) worden in grote hoeveelheden aangemaakt en kunnen via de wind of insecten over grote afstand worden verspreid. Bij bevruchting komt het genconstruct zo in andere planten terecht.
Chloroplasten en mitochondriën hebben hun eigen DNA, net als de kern van een cel. Chloroplast-DNA wordt net als mitochondriaal DNA via eicellen doorgegeven (en niet via stuifmeelkorrels). Een genconstruct in een chloroplast zit dus alleen in eicellen en niet in stuifmeelkorrels. Eicellen verspreiden zich niet zoals stuifmeelkorrels, maar blijven in het vruchtbeginsel van de plant. Indien de plant met het genconstruct in chloroplast-DNA wordt bevrucht, komt dit chloroplast-DNA in het zaad. In de tekst staat dat de vruchtjes niet rijp worden, omdat aardappels voor die tijd worden geoogst.

Leven met cystic fibrosis

2p **16** – Het slijm (met bacteriën) in de luchtwegen kan niet door de trilharen worden afgevoerd / kan moeilijk worden opgehoest. [1p]
– Hierdoor kunnen bacteriën zich ophopen/vermenigvuldigen in de luchtwegen, met longontsteking tot gevolg. [1p]
Normaal gesproken wordt slijm (met daarin bacteriën) afgevoerd, waarna bacteriën worden gedood door het zure maagsap. Door het taaie slijm gaat dit veel moeilijker en blijft slijm, met daarin de bacteriën, achter in de luchtwegen.

1p **17** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
P. aeruginosa uit tuinaarde zal nog gevoelig zijn voor antibiotica / *P. aeruginosa* van een CF-patiënt heeft (waarschijnlijk) resistentie tegen antibiotica *of P. aeruginosa* van een CF-patiënt is door mutatie en selectie aangepast geraakt aan het milieu in de longen en vermenigvuldigt zich sneller in de luchtwegen.
De omgeving van P. aeruginosa in tuinaarde is anders dan de omgeving van P. aeruginosa in longen. Een bacterie die zich al in de longen van een patiënt bevindt, is door mutatie en selectie beter bestand tegen invloeden uit deze omgeving, zoals antibioticum, en kan zich daardoor in deze omgeving beter vermenigvuldigen dan P. aeruginosa-bacteriën uit tuinaarde. Bacteriën die (in de longen van een patiënt) een antibioticakuur hebben overleefd, zijn waarschijnlijk niet meer gevoelig voor antibiotica, waardoor ze moeilijker te bestrijden zijn.

2p **18** 1 wel
2 niet
3 wel
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]
In Binas 82F en ScienceData 22.8 en 22.9 staat dat alvleessap amylase bevat (voor de vertering van o.a. glycogeen in maltose) en lipase (voor de vertering van vet in glycerol en vetzuren). Het bevat geen dipeptidase (voor de vertering van dipeptiden in aminozuren). Dipeptidasen worden door de dunne darmwand afgegeven.

2p **19** – De galafvoer is belemmerd *of* er is minder gal (in de twaalfvingerige darm). [1p]
– Doordat het vet minder geëmulgeerd wordt, verloopt de vetvertering langzamer, waardoor er minder vet wordt opgenomen. [1p]
In de tekst staat dat door het taaie slijm de afvoergangen van organen verstopt raken, onder andere in het spijsverteringsstelsel.
Bij de vetvertering speelt gal een belangrijke rol, doordat gal het vet emulgeert. Het oppervlak van vet(bolletjes) wordt daardoor groter, waardoor enzymen beter en sneller vet afbreken.
Bij verstopte afvoergangen hoort ook die van de galafvoer. Dat betekent dat er minder gal wordt afgegeven, waardoor het vet minder geëmulgeerd wordt en dus minder snel verteert. Daardoor is de ontlasting nog vettig.
Het antwoord dat de enzymen deels in de maag worden verteerd is half goed.

2p **20** **C** Alleen gegeven 2 verklaart dat de meting van het CO_2-gehalte alleen niet voldoende is om de ruststofwisseling te bepalen.
Tijdens de ruststofwisseling treedt er geen anaerobe dissimilatie op in spieren. Bij de ruststofwisseling kunnen er naast koolhydraten ook vetten worden verbrand. Om dit te kunnen bepalen is het nodig om het zuurstofverbruik te meten. De RQ-waarde is het respiratoir quotiënt. RQ is het aantal afgegeven CO_2-moleculen gedeeld door het aantal opgenomen O_2-moleculen. Verbranding van koolhydraten alleen leidt tot een RQ-waarde van 1,0. Verbranding van vetten (en eiwitten) leidt tot een RQ-waarde lager dan 1,0.

2p **21** 1 spierstelsel/bewegingsstelsel
2 bloedvatenstelsel/bloedsomloop
3 ademhalingsstelsel/luchtwegstelsel
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]
Via de mond en de neus komt zuurstof in de longen en wordt koolstofdioxide aan de lucht afgegeven. Mond, neus en longen maken onderdeel uit van het ademhalingsstelsel (3).
Zuurstof wordt in de longen afgegeven aan het bloed, dat via bloedvaten door het lichaam wordt vervoerd (bloedvatenstelsel, 2).
Ten slotte komt het zuurstof bij de spieren, waar het in mitochondriën wordt verbruikt bij de afbraak van glucose. Het gaat hierbij om spieren en niet om bijvoorbeeld de hersenen, omdat spieren direct betrokken zijn bij lichamelijke inspanning.

2p **22** **D** De juiste formule is VO_2-max = (s − r) × t × u.
De VO_2-max is het maximale volume zuurstof dat bij maximale lichamelijke inspanning per tijdseenheid getransporteerd en verbruikt wordt.
Door de hoeveelheid zuurstof te meten in de aders en deze hoeveelheid af te trekken van de hoeveelheid zuurstof in de slagaders, weet je wat er verbruikt wordt door de spieren.
Dus: s − r.
De hoeveelheid bloed die getransporteerd wordt per tijdseenheid is afhankelijk van de hartslagfrequentie (aantal hartslagen per minuut) en het slagvolume van het hart (de hoeveelheid bloed die per hartslag in de slagader wordt gepompt). Vandaar t × u.
Omdat het hier gaat om getransporteerd bloed en verbruikte zuurstof, dient de uitkomst van het verbruik vermenigvuldigd te worden met de hoeveelheid bloed die per tijdseenheid wordt getransporteerd.

2p **23** **D** De conditie wordt overschat en moet gecorrigeerd worden aan de hand van zijn gewicht in kilogram vetvrije massa.
Een analyse aan de hand van voorbeeldgetallen: Bram weegt 50 kilogram (omdat hij weinig vet heeft) en zou onder normale omstandigheden 70 kilogram wegen.
Bram neemt 100 mL zuurstof per minuut op.
Per kilo lichaamsgewicht is de VO_2-max 100 / 50 = 2 mL/kg.
Als hij een normaal lichaamsgewicht zou hebben, zou dit 100 / 70 = 1,4 mL/kg zijn.
De VO_2-max is bij Bram meer dan normaal, dus zijn conditie wordt zonder correctie overschat.
Omdat je niet weet hoeveel massa vet Bram onder normale omstandigheden zou hebben, maar je dit van gezonde personen wel weet, moet je dus corrigeren voor de hoeveelheid vet. Dat doe je door deze eraf te halen. Je rekent dan met de vetvrije massa.

2p **24** **C** Het restvolume is toegenomen en de vitale capaciteit is afgenomen.
Restvolume: de hoeveelheid lucht die altijd in de longen achterblijft.
Vitale capaciteit: de hoeveelheid lucht die je maximaal kunt uitademen na een diepe inademing.
Longcapaciteit = vitale capaciteit + restvolume (Binas 83B of ScienceData 21.3b).
Neemt het restvolume toe, dan neemt de vitale capaciteit af. In de tekst staat dat lucht wel makkelijk de longen inkomt, maar er door obstructie niet makkelijk uitgaat. Hierdoor wordt er telkens iets meer lucht ingeademd dan uitgeademd. Met andere woorden: het restvolume zal daardoor toenemen en de vitale capaciteit zal afnemen.

1p **25** *Voorbeelden van een juist antwoord:*
- Als oude cellen worden vervangen, krijgen de nieuwe cellen het intacte CFTR-gen niet.
- Niet alle epitheelcellen zijn hiermee te bereiken.
- Een deel van de cellen zal toch taai slijm blijven produceren.
- De transgene cellen worden na een tijdje weer afgestoten.

Het intacte CFTR-gen is niet van nature aanwezig in de (stam)cellen en daarom zullen er steeds nieuwe cellen met het defecte gen ontstaan.

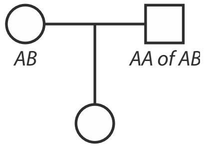
Zijn bittere spruitjes lekker?

2p **26** 1 receptor
2 signaalstof
3 enzym
4 second messenger
[vier antwoorden juist: 2p; drie antwoorden juist: 1p; minder dan drie antwoorden juist: 0p]
Aan een receptor (1) bindt altijd een signaalstof (2). Deze signaalstof activeert via een enzym (3) een second messenger (4). Een second messenger komt altijd voor in de cel en is een tweede boodschapperstof die een proces in de cel activeert of remt.

2p **27** **C** Het presynaptische membraan reageert met exocytose van neurotransmitter, het postsynaptische membraan reageert met depolarisatie.
In de zintuigcel zijn neurotransmitters in blaasjes opgeslagen, waardoor ze na een verhoging van de Ca^{2+}-concentratie niet eerst aangemaakt hoeven te worden. Door een verhoging van de Ca^{2+}-concentratie worden neurotransmitters afgegeven in de synaptische spleet (exocytose). Na afgifte binden de neurotransmitters zich aan de receptoren van het postsynaptisch membraan waarna de zenuwcel bij voldoende instroom van Na+-ionen depolariseert (Binas 88F en 88G, ScienceData 25.2 en 25.3).

2p **28** 1 grijze stof
2 de hersenstam
3 motorische
[drie antwoorden juist: 2p; twee antwoorden juist: 1p; minder dan twee antwoorden juist: 0p]
1 Grijze stof zijn de cellichamen en daar wordt informatie verwerkt. In de witte stof zitten voornamelijk axonen, die belangrijk zijn voor het geleiden van de impulsen. Het wit is afkomstig van myeline (is vetachtig en dus wit).
2 Reflexen in het hoofd gaan via de hersenstam. Reflexen in de rest van het lichaam gaan via het ruggenmerg.
3 De nekspieren worden aangespannen en de ogen worden door spieren dichtgeknepen. Spieren worden aangestuurd met impulsen van motorische neuronen.

2p **29** **D** Zowel niet-proevers als gewone proevers
De eigenschap erft intermediair over. Moeder proeft PTC, maar is geen superproever. Haar genotype is dus AB. Haar dochter proeft geen PTC, dus is zij homozygoot recessief (AA). Dan moet vader in ieder geval een A hebben (dochter krijgt A van moeder en A van vader). Het tweede allel van vader kan dan A of B zijn.



2p **30** **A** Het percentage Europese PTC-superproevers is 22%.
In de grafiek zijn de niet-proevers weergegeven (met genotype aa).
Hardy-Weinberg (Binas 93D of ScienceData 1.8) =
$p^2 + 2pq + q^2 = 1$
q^2 *= kans op genotype aa*
p = frequentie van allel A
q = frequentie van allel a
$p + q = 1$
q geeft de frequentie van het allel voor niet-proevers aan (die geen PTC kunnen proeven).
Deze mensen (27,9%) zijn homozygoot: AA.
De kans om homozygoot te zijn is dus $q \times q = q^2$.
$q^2 = 27{,}9\% = 0{,}279$, *dit is dus de kans op qenotype AA in Europa.*
$q = \sqrt{0{,}279} = 0{,}53$, *dit is dus de frequentie van het allel A in Europa.*
$p + q = 1$, *dus* $p = 0{,}47$, *dit is dus de frequentie van het allel B in Europa.*
De kans op een superproever (BB) in Europa = $p \times p = p^2 = 0{,}47 \times 0{,}47 = 0{,}22 \times 100\% = 22\%$

2p **31** *Voorbeelden van een juist selectievoordeel ten opzichte van het superproever-fenotype:* [1p]
- Door het niet zo goed kunnen proeven van bittere stoffen is er een groter voedselaanbod.
- Hierdoor kan er gevarieerder voedsel worden gegeten.

Voorbeelden van een juist selectievoordeel ten opzichte van het niet-proever-fenotype: [1p]
- Het kunnen waarnemen van bittere stoffen kan voorkomen dat giftig voedsel gegeten wordt.
- Zo kan geproefd worden of voedsel is bedorven.

Voedsel levert onder andere energie, maar kan bij giftigheid ook gevaar opleveren.

2p **32**
– Als het receptoreiwit is veranderd, bindt de bittere stof mogelijk niet meer / bindt mogelijk een andere stof. *of* Als een enzym is veranderd, vindt de signaalcascade niet meer plaats. [1p]
– Het gevolg is dat de smaak van de spruitjes (zoals die samengesteld wordt in de hersenen) versterkt of verminderd is. De smaak als geheel is dan veranderd. [1p]

Door SNP verandert het receptoreiwit, waardoor de bittere stof niet meer (goed) bindt (zie ook afbeelding 1). Ook kan er een andere stof binden. Daardoor zal er via de cascaderoute minder of juist meer neurotransmitter door de zintuigcel worden afgegeven, waardoor de sensorische zenuw minder/meer actiepotentialen naar de hersenen stuurt, die de bittere smaak daardoor slechter/beter waarnemen.

Vaccineren tegen mazelen

2p **33** **D** Een macrofaag gaat via de weefselvloeistof naar de lymfeknoop en lymfocyten gaan via het bloed naar de milt.
(Epitheel)cellen worden omgeven door weefselvloeistof dat afkomstig is uit haarvaten. Een deel van de weefselvloeistof gaat niet terug naar de haarvaten, maar wordt door lymfevaten opgenomen en naar de lymfeknopen vervoerd als lymfevloeistof. Stoffen bereiken organen via het bloed. Geïnfecteerde lymfocyten komen via de lymfevaten uiteindelijk via de (bovenste) holle ader in de bloedbaan. Vandaar gaan ze o.a. naar de milt. (Binas 84N of ScienceData 20.70)

1p **34** B-geheugencellen en T(-helper/Tc)-geheugencellen
In Binas 84L en ScienceData 32.9 staat een overzicht van de humorale en cellulaire immuniteit. Daarin staan de vorming van de B-geheugencellen en Tc-geheugencellen afgebeeld.

2p **35** – De H-eiwitten en/of F-eiwitten moeten identiek zijn aan het echte mazelenvirus, omdat dezelfde antistoffen hieraan moeten hechten / omdat dezelfde immuunreactie moet worden opgewekt / omdat het virus opgenomen moet worden door een gastheercel voor een cellulaire respons / omdat deze eiwitten herkenbaar moeten zijn voor het immuunsysteem. [1p]
– Het L-eiwit / de RNA-polymerase is betrokken bij de vermenigvuldiging van het virus, en mag dus niet optimaal werken om ziekte te voorkomen. [1p]
Cellen van het afweersysteem herkennen iets wat lichaamsvreemd is aan de hand van antigenen. Dit zijn eiwitten aan de buitenkant van een cel, virus, bacterie, parasiet enz. Het H- en F-eiwitten zijn dus de antigenen van het (wilde) virus, die herkend moeten worden door het afweersysteem zodat (de juiste) T- en B-geheugencellen kunnen worden gevormd. Het L-eiwit is nodig voor de vermeerdering van het virus. Om vermeerdering van het vaccin-virus tegen te gaan, moet dit eiwit zijn veranderd zodat het niet goed werkt. Het vaccin-virus kan zich dan niet of moeilijk handhaven.

2p **36** **F** Een 'levend' vaccin zorgt voor rijping van cytotoxische T-cellen en plasmacellen, terwijl een 'dood' vaccin alleen zorgt voor rijping van plasmacellen.
Bij een 'dood' vaccin zijn de ziekteverwekkers geïnactiveerd, waardoor ze de cel niet binnendringen en er geen cellulaire respons wordt opgewekt. De dode ziekteverwekkers blijven in de bloedbaan, waardoor alleen de humorale (B-plasmacellen) respons optreedt (Binas 84L en ScienceData 32.9).
Een 'levend' vaccin bevat actieve ziekteverwekkers die de cel wel binnendringen. Daardoor bevinden zich dus zowel in de geïnfecteerde cellen als daarbuiten ziekteverwekkers. Beide responses (humorale en cellulaire) treden dan op.

2p **37** – In de baby zijn van de moeder verkregen antistoffen aanwezig, [1p]
– waardoor de antigenen van het vaccin/virus onwerkzaam gemaakt worden voordat het immuunsysteem erop kan reageren. [1p]
De moeder staat bloot aan vele ziekteverwekkers en heeft daardoor veel verschillende antistoffen tegen ziekteverwekkers in haar bloed. Antistoffen zijn klein genoeg om via de placenta in de bloedsomloop van de ongeboren baby te komen. (Binas 84K of ScienceData 32.11d) Het bloed van een pasgeboren baby bevat daardoor antistoffen van de moeder. Doordat deze antistoffen binden aan de antigenen van de ziekteverwekker in het vaccin, worden deze antigenen niet 'zichtbaar' voor het immuunsysteem van de baby. Het lichaam kan dan geen geheugencellen tegen deze ziekteverwekkers aanmaken.

3p **38** *Voorbeeld van een juiste berekening:*
Niet gevaccineerd: 7% × 200.000 = 14.000 [1p]
Wel gevaccineerd en onbeschermd: (93% × 200.000) × 8% = 14.880 [1p]
Voorbeelden van een juiste toelichting: [1p]
- Het overige en veel grotere deel van de kinderen is door vaccinatie wel beschermd.
- Door vaccinatie zijn (200.000 – 14.000 – 14.880 =) 171.120 kinderen van dit cohort wel beschermd bij een mazelenepidemie.
- Hoe meer kinderen niet gevaccineerd zijn, hoe meer niet-gevaccineerde kinderen ziek zullen worden.

De meeste kinderen zijn wel beschermd door de vaccinatie. Echter, als er minder kinderen worden gevaccineerd, dan zijn er meer kinderen onbeschermd die ziek kunnen worden. Bijvoorbeeld: als 9% van de kinderen niet gevaccineerd worden, dan zijn er 9% × 200.000 = 18.000 onbeschermde kinderen. Dan geven de cijfers al direct een veel slechter beeld.

©ThiemeMeulenhoff

Oefenen met het examen van 2021-I.
De antwoorden en uitwerkingen vind je op mijn.examenbundel.nl.

Deel 2b Examen zonder uitwerkingen

Bronvermelding
Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift op mijn.examenbundel.nl.

Examen 2021-I

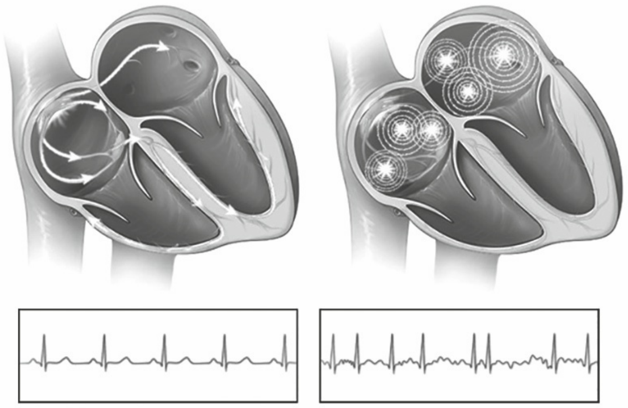
Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Ledlampjes voorkomen hartritmestoornis

De meest voorkomende hartritmestoornis is boezemfibrilleren. De stoornis komt veel voor bij ouderen. Onderzoeker Daniël Pijnappels werkt aan een therapie die gebruikmaakt van ledlampjes.

Hartspiercellen vormen – net als neuronen – aan elkaar gekoppelde banen die impulsen kunnen geleiden. Die impulsen veroorzaken het samentrekken van hartspiercellen. In principe kunnen hartspiercellen impulsen in twee richtingen geleiden, maar als gevolg van een refractaire periode na het optreden van een actiepotentiaal gebeurt dat niet. Zo ontstaan er regelmatige spiersamentrekkingen die zich in een bepaalde richting verplaatsen.
Bij beschadiging van hartspiercellen in een hartboezem kunnen impulsen wél de andere kant op lopen. Hierdoor ontstaan onregelmatige en ongecoördineerde samentrekkingen: het boezemfibrilleren. In afbeelding 1 is het impulsverloop bij een normale hartslag en bij boezemfibrilleren schematisch weergegeven, met daaronder de bijbehorende elektrocardiogrammen (ECG).

afbeelding 1



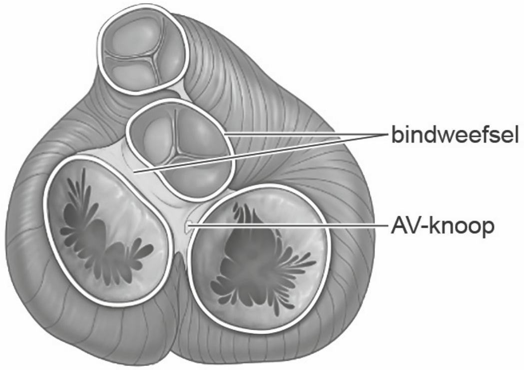
Bij boezemfibrilleren kunnen bloedstolsels ontstaan als gevolg van de beperkte doorstroming in het hart. Daardoor is er een verhoogd risico op een beroerte (herseninfarct).

2p **1** Kan een herseninfarct veroorzaakt worden door een stolsel gevormd in de linkerboezem, in de rechterboezem of zijn beide mogelijk?

A alleen in de linkerboezem
B alleen in de rechterboezem
C beide zijn mogelijk

Het spierweefsel van de boezems wordt door een bindweefseltussenschot gescheiden van het spierweefsel van de kamers. Bindweefsel is een slechte geleider van elektrische impulsen.
In het bovenaanzicht van een hart waarvan de boezems niet getekend zijn (afbeelding 2), is het lichtgekleurde bindweefsel te zien.

afbeelding 2



Drie momenten in de hartcyclus zijn:
1 het einde van de hartpauze
2 het midden van de boezemsystole
3 het midden van de kamersystole

2p **2** Op welk van deze momenten komt de stand van de kleppen overeen met die in afbeelding 2?

A alleen op moment 1
B alleen op moment 2
C alleen op moment 3
D zowel op moment 1 als 2
E zowel op moment 1 als 3
F zowel op moment 2 als 3

Dankzij het bindweefseltussenschot en de AV-knoop daarin blijft de pompfunctie van de hartkamers tijdens boezemfibrilleren grotendeels behouden.

2p **3** Beschrijf hoe dankzij het bindweefseltussenschot en de AV-knoop de pompfunctie van de hartkamers tijdens boezemfibrilleren behouden blijft.

Vaak gaat boezemfibrilleren vanzelf weer over, maar het kan ook een permanent karakter krijgen. Daarom neemt de cardioloog na de diagnose meestal maatregelen om het normale hartritme te herstellen.
Chronisch boezemfibrilleren kan behandeld worden met een externe defibrillator. Deze geeft bij fibrilleren een sterke stroomstoot om alle hartspiercellen te depolariseren, waarna de normale boezemcontractie hersteld wordt. Dat is een heftige ingreep.
In het Leids Universitair Medisch Centrum is ‘optogenetica’ ingezet om een schokvrije inwendige defibrillator te ontwikkelen. Optogenetica maakt gebruik van een lichtgevoelig eiwit uit groenalgen. Het eiwit is een ionkanaal dat geopend wordt bij blootstelling aan blauw licht. In transgene hartspiercellen met dit lichtgevoelige eiwit, kunnen door een lichtflits impulsen opgewekt worden.

De onderzoeksgroep van Daniël Pijnappels gebruikte een virus om een gen uit de algen over te brengen in gekweekte hartspiercellen om ze lichtgevoelig te maken.
Bij gebruik van een virus als vector komt het transgen op een willekeurige plaats in het DNA van de hartspiercel terecht.

1p **4** Beschrijf op moleculair niveau een mogelijk nadelig gevolg hiervan voor deze cel.

Met behulp van ledlampjes kunnen de onderzoekers de transgene hartspiercellen regelmatig laten samentrekken (pacemakerfunctie) of alle samentrekkingen in één keer laten stoppen (defibrillatorfunctie). In de toekomst kunnen bij patiënten met hartritmestoornissen de hartspiercellen misschien lichtgevoelig worden gemaakt. Het hartritme kan dan worden beïnvloed met behulp van kleine ledlampjes rondom het hart die lichtflitsen afgeven.

Wanneer de ledlampjes worden gebruikt als inwendige pacemaker, blijft het hart in het juiste ritme kloppen. Meestal is een pacemaker nodig als het hartritme te langzaam is.
Om ervoor te zorgen dat de ledlampjes op het juiste moment een lichtflits afgeven, moeten ze verbonden zijn aan sensoren.
Enkele sensoren zijn:
1 bewegingssensor
2 lichtsensor
3 spanningssensor

1p **5** Welke twee van deze sensoren zouden geschikt zijn om de inwendige pacemaker aan te sturen?

A 1 en 2
B 1 en 3
C 2 en 3

Twee variabelen voor de ledlampjes rondom het hart, met de te gebruiken instellingen zijn:

1 de duur van de lichtflits: relatief **kort** of **lang**
2 het te belichten gebied: relatief **klein** of **groot**

1p 6 Neem de volgende tabel over op je antwoordblad:

	als defibrillator	als pacemaker
1 (duur lichtflits)		
2 (te belichten gebied)		

Vul de tabel in voor variabele 1 en 2: welke instelling maakt de ledlampjes geschikt voor de defibrillatorfunctie en welke instelling maakt ze geschikt voor de pacemakerfunctie? Kies elk vetgedrukt woord een keer.

Een vismigratierivier

Tijdens de grote onderhoudsbeurt die voor de Afsluitdijk gepland is, wordt de migratieroute voor trekvissen hersteld.

Het huidige IJsselmeer (afbeelding 1) was vroeger een estuarium: een brede riviermonding die uitliep in de Zuiderzee. Estuaria zijn over het algemeen relatief warme en rijke ecosystemen en voor veel vissoorten een belangrijk deel van de trekroute tussen zout water en zoet water. Door de aanleg van de Afsluitdijk werd deze route voor trekvissen geblokkeerd en veranderde de zoute Zuiderzee in het zoete IJsselmeer.
Voor veel vissoorten is een estuarium een aantrekkelijke plaats om eitjes af te zetten, omdat de uitgekomen vislarven er snel en veilig kunnen opgroeien. In het relatief warme IJsselmeerwater groeien vislarven sneller dan in de Waddenzee.

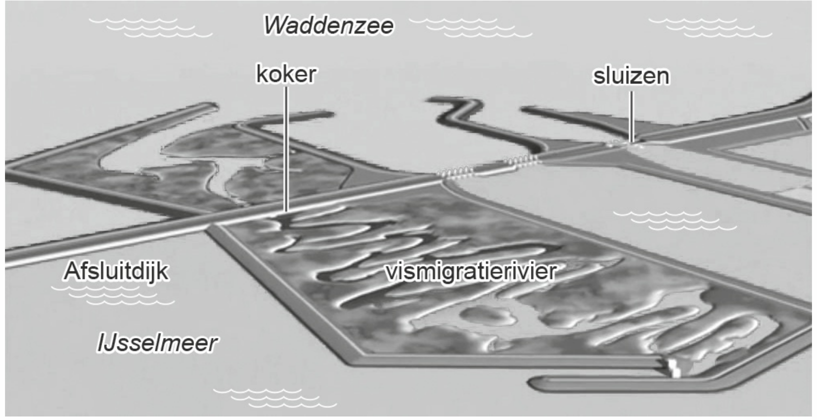
afbeelding 1

De groeisnelheid van vislarven in het relatief warme IJsselmeerwater beïnvloedt de overlevingskans van deze individuen.

1p 7 Verklaar hoe de snelle groei van vislarven kan leiden tot verhoging van hun overlevingskans.

Een koker dwars door de Afsluitdijk, met aansluitend een kilometerslange brakwaterrivier, maakt het IJsselmeer weer bereikbaar voor veel vissoorten. Afbeelding 2 geeft een impressie hiervan.

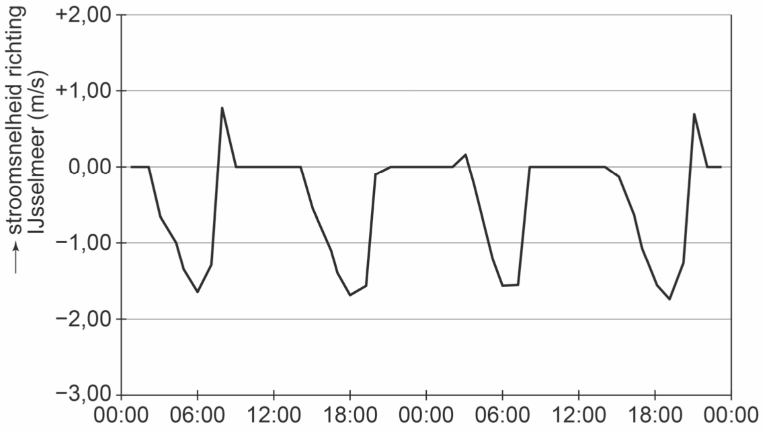
afbeelding 2



Bij eb stroomt zoet water uit het IJsselmeer door deze vismigratierivier richting Waddenzee. Bepaalde trekvissen zullen dan, aangelokt door het zoete water, tegen de stroom in naar binnen zwemmen. Dat lukt alleen de sterke zwemmers, zoals de zalm. Bij vloed stroomt zout zeewater de vismigratierivier in en dan pas kunnen ook zwakke zwemmers, zoals jonge palingen (glasaaltjes), het IJsselmeer bereiken.
De koker van de vismigratierivier wordt afgesloten zodra de zoutbelasting van het IJsselmeer te groot wordt.

Ecologen gebruikten een computermodel om de omstandigheden in het sterkst stromende deel van de geplande vismigratierivier te simuleren. Afbeelding 3 toont het resultaat hiervan voor een periode van 48 uur.

afbeelding 3



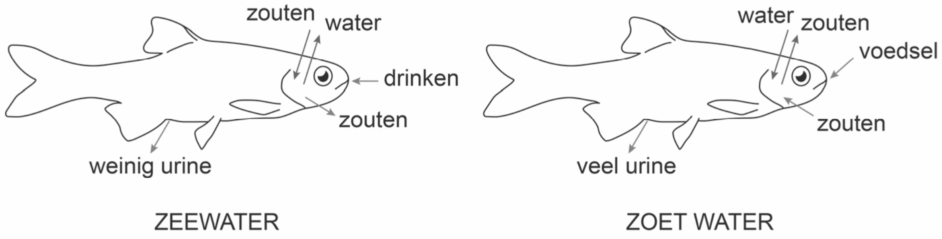
Een zwakke zwemmer, zoals een glasaaltje, moet soms wachten voor hij door de stroom meegevoerd wordt in de richting van het IJsselmeer.

2p **8** Hoelang moet dit visje volgens het computermodel in het ongunstigste geval wachten?

A ongeveer 2 uur
B ongeveer 6 uur
C ongeveer 12 uur
D ongeveer 18 uur

Trekvissen handhaven een osmotische waarde van het inwendige milieu die lager is dan die van zeewater.
In zeewater moeten ze waterverlies voorkomen en passieve zoutopname compenseren. Dit doen ze door de in het darmkanaal geabsorbeerde zouten via de kieuwen en nieren uit te scheiden (afbeelding 4, linker tekening).
Een verblijf in zoet water veroorzaakt wateropname en verlies van zouten. Om dit tegen te gaan nemen trekvissen actief zouten op via de kieuwen en produceren ze meer urine (afbeelding 4, rechter tekening).

afbeelding 4



Bij trekvissen ontbreekt de lis van Henle in de niereenheden.

2p **9** Wat kunnen deze vissen hierdoor **niet**?

A de pH in het inwendig milieu handhaven door H^+ uit te scheiden
B de pH in het inwendig milieu handhaven door HCO_3^- te resorberen
C urine produceren die sterk hypertoon is ten opzichte van het inwendig milieu
D urine produceren die sterk hypotoon is ten opzichte van het inwendig milieu

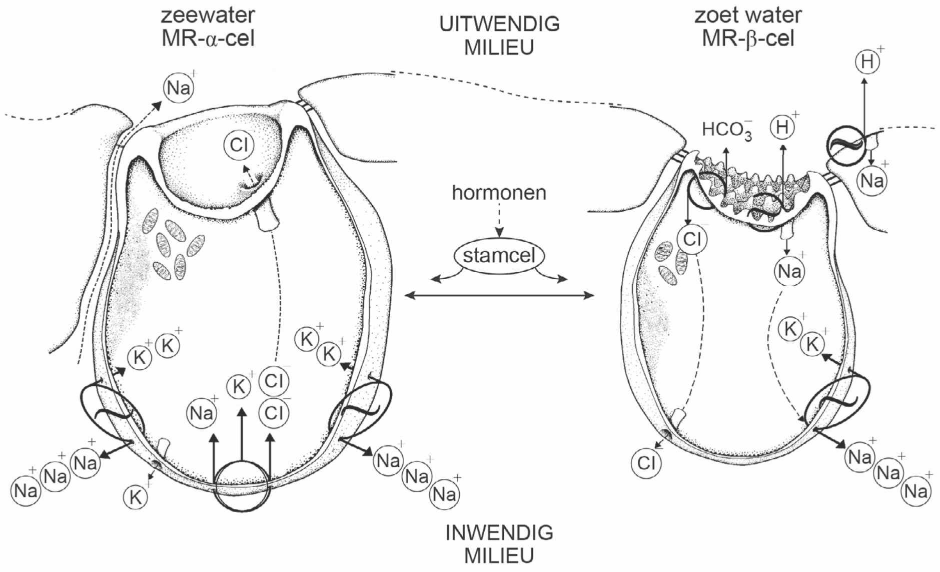
Echte zoetwatervissen zijn aangepast aan het leven in zoet water. Om te kunnen overleven in zoet water zijn de nieren van echte zoetwatervissen anders gebouwd dan die van echte zoutwatervissen: er is een verschil in het aantal glomeruli en in de permeabiliteit van de wand van de verzamelbuisjes.

2p **10** Zal een echte zoetwatervis relatief meer of minder glomeruli hebben dan een echte zoutwatervis? En zal de permeabiliteit voor water van de verzamelbuisjes bij zo'n zoetwatervis groter of kleiner zijn dan bij zo'n zoutwatervis?

	glomeruli zoetwatervis	permeabiliteit verzamelbuisjes zoetwatervis
A	meer	groter
B	meer	kleiner
C	minder	groter
D	minder	kleiner

Bij vissen zijn de kieuwen de belangrijkste organen voor osmoregulatie. Tussen de kieuwepitheelcellen bevinden zich bepaalde mitochondriën-rijke cellen (MR-cellen). Er zijn twee typen MR-cellen:
1 MR-α-cellen die zoutuitscheiding in zeewater bevorderen
2 MR-β-cellen die zoutopname in zoet water bevorderen
Deling vanuit stamcellen en de daaropvolgende differentiatie tot het ene of tot het andere type MR-cel gebeurt onder invloed van hormonen.
Bij trekvissen kunnen MR-cellen van het ene type overgaan in het andere. Het ionentransport in MR-cellen type α en type β in de kieuwen van trekvissen is weergegeven in afbeelding 5.

afbeelding 5



Bij trekvissen in zeewater zijn de MR-α-cellen actief. Door deze cellen worden chloride-ionen uit het inwendig milieu uitgescheiden via chloridekanaaltjes (afbeelding 5). Voor dit transport is indirect energie nodig.

3p **11**
- Leg uit met behulp van bovenstaande informatie dat het transport van Cl^--ionen via de MR-α-cel op zich **geen** energie kost,
- maar dat er **indirect wel** energie voor nodig is.

1p **12** Verklaar de aanwezigheid van de vele mitochondriën aan de hand van de functie van de MR-cellen.

Het oppervlak van de MR-β-cellen heeft aan de waterzijde microvilli.

2p **13** Leg uit hoe de aanwezigheid van microvilli de functie van de MR-β-cellen ondersteunt.

Het water in de vismigratierivier is brak door het binnendringende zeewater. In het kilometerslange traject hebben binnentrekkende vissen de gelegenheid om te wennen (acclimatiseren) aan het steeds zoeter wordende water.

2p **14** Verklaar aan de hand van de gegeven informatie
- hoe op moleculair niveau kleine kortdurende schommelingen in zoutconcentratie direct opgevangen kunnen worden door trekvissen, en
- dat een grote, langdurige verandering in zoutconcentratie een langere acclimatisatie vergt.

Niet iedereen kan zich vinden in het idee van de vismigratierivier.
Een voormalige visser reageert: “Vismigreren? Als je in Den Oever tijdens doodtij de sluisdeuren aan de kant van de Waddenzee op een kiertje opende, zwom de sluis vol met glasaal en andere vis, zij roken het zoet. Als daarna de sluisdeuren aan de IJsselmeerzijde opengingen zwom die vis zo het IJsselmeer in”.
Doodtij, wanneer de eb- en vloedbeweging minimaal is, treedt slechts twee keer per maand op. De vismigratierivier kan in principe elke dag door vissen als migratieroute gebruikt worden.

1p **15** Geef nog een verklaring waardoor meer vissen zullen trekken via de migratierivier dan via de sluizen.

Yoghurt zonder klonten

Zuivelbedrijven die yoghurt bereiden, krijgen soms een opbrengst van waterige melk met klonten, veroorzaakt door bacteriofagen in de yoghurtcultuur. Dankzij CRISPR-Cas kan dit voorkomen worden.

> Yoghurt wordt gemaakt door melk te enten met de melkzuurbacteriën *Streptococcus thermophilus* en *Lactobacillus bulgaricus*. Deze bacteriën zetten melkeiwitten om en verbruiken lactose (melksuiker) uit de melk voor hun energievoorziening. Hierdoor verzuurt de melk snel en krijgt die een andere smaak, structuur en voedingswaarde: het wordt yoghurt. Doordat yoghurt veel minder lactose bevat dan melk is het een geschikt zuivelproduct voor mensen met lactose-intolerantie.
> Na het eten van yoghurt hebben de yoghurtbacteriën die levend de darm bereiken een gunstig effect op de darmflora, de stoelgang en het immuunsysteem van de darm.

De twee bacteriesoorten zijn samen efficiënter in het veranderen van de melk in yoghurt dan ieder apart. Zo produceert *L. bulgaricus* voornamelijk endopeptidasen, enzymen die peptidebindingen binnen een peptideketen verbreken, en produceert *S. thermophilus* voornamelijk exopeptidasen, enzymen die peptide-bindingen aan de uiteinden van een peptideketen verbreken.
De enzymactiviteit van *S. thermophilus* is hoger als deze bacterie samen met *L. bulgaricus* aan melk wordt toegevoegd dan als alleen *S. thermophilus* wordt toegevoegd.

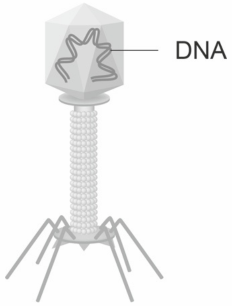
1p **16** Verklaar deze hogere enzymactiviteit van *S. thermophilus* op moleculair niveau.

Dankzij de activiteit van de melkzuurbacteriën zijn voedingsstoffen uit yoghurt sneller op te nemen dan uit melk, ook voor mensen die geen lactose-intolerantie hebben.

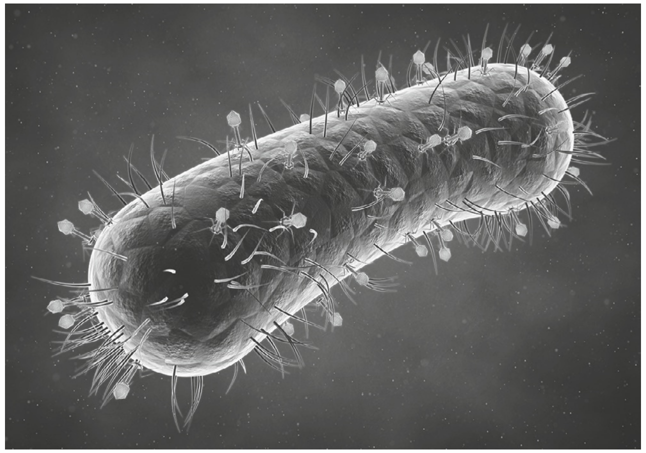
1p **17** Geef hiervoor een verklaring.

Als de melkzuurbacteriën geïnfecteerd worden door virussen kan de yoghurt mislukken. Zo'n type virus wordt bacteriofaag, of kortweg faag genoemd (afbeelding 1).
In afbeelding 2 is een bacterie weergegeven met daarop vele fagen.

afbeelding 1



afbeelding 2



De fagen vermeerderen zich door enzymen te gebruiken van de bacteriën die ze hebben geïnfecteerd.

2p **18** Welk type polymerase van de bacterie wordt gebruikt voor de vermeerdering van deze fagen?

A alleen DNA-polymerase
B alleen RNA-polymerase
C zowel DNA-polymerase als RNA-polymerase

Bacteriën kunnen zich verdedigen tegen fagen met behulp van restrictie-enzymen die de vermeerdering van de fagen remmen. Restrictie bij bacteriën is te vergelijken met immunologische afweer bij de mens. Bij beide processen vindt herkenning van een moleculaire structuur plaats.

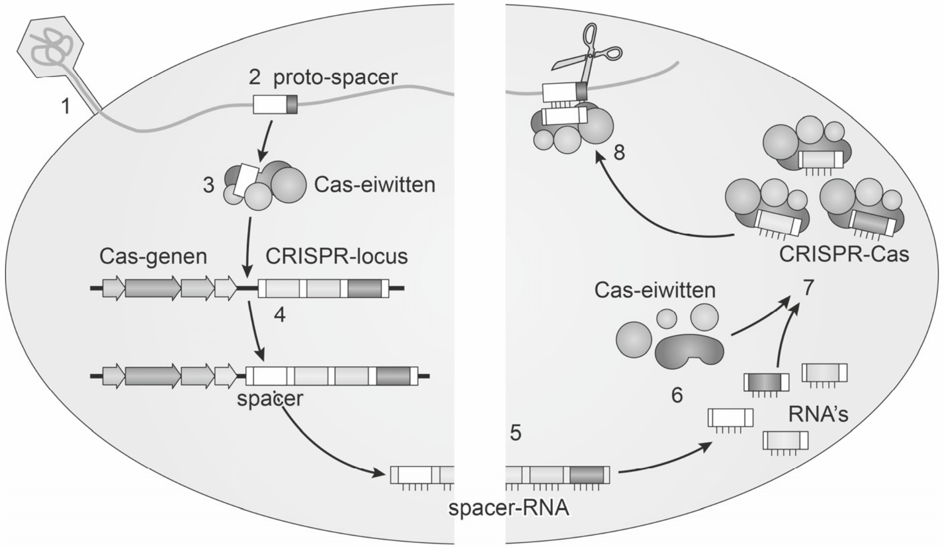
2p **19** Welk type molecuul wordt herkend bij restrictie? En welk type molecuul wordt doorgaans herkend bij een immunologische reactie bij de mens?

	herkend bij restrictie	herkend bij immunologische reactie bij de mens
A	eiwit	DNA
B	eiwit	eiwit
C	DNA	DNA
D	DNA	eiwit

Een zuivelbedrijf gaf microbiologen de opdracht om te bepalen welke DNA-sequenties van melkzuurbacteriën betrokken zijn bij de afweer tegen fagen. Het mechanisme dat de bacteriën gebruiken om zich tegen fagen te verdedigen, is met hulp van microbiologen van Wageningen UR verder ontrafeld en staat nu bekend onder de naam CRISPR-Cas. CRISPR's (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) zijn plaatsen in het bacteriële DNA waar, ingesloten tussen repeats, korte segmenten vreemd DNA zijn ingebouwd. Cas-eiwitten (CRISPR-associated eiwitten) kunnen hiermee vreemd DNA herkennen en doorknippen.
In afbeelding 3 is de reactie van het CRISPR-Cas-systeem op een eerste contact met faag-DNA (primaire reactie) en op een volgend contact (secundaire reactie) schematisch weergegeven.

afbeelding 3

primaire reactie (immunisatie) **secundaire reactie (immuunreactie)**



1 Een faag hecht aan een bacterie en injecteert het faag-DNA in de bacterie.
2 Bepaalde stukjes faag-DNA worden als vreemd herkend: de proto-spacers.
3 Een complex van Cas-eiwitten knipt uit het faag-DNA enkele proto-spacers.
4 Deze worden op de CRISPR-locus in het bacteriechromosoom geplakt en heten nu spacers.
5 Bij een volgend contact met faag-DNA, wordt op basis van deze spacers RNA gemaakt.
6 Dit spacer-RNA wordt opgeknipt in losse RNA's.
7 Deze RNA's binden aan complexen van Cas-eiwitten tot CRISPR-Cas.
8 CRISPR-Cas bindt aan de complementaire sequentie in het faag-DNA, waarna dat doorgeknipt wordt.

De CRISPR-locus bouwt zo na immunisatie een geheugen op van al het vreemde DNA dat in de bacterie terecht is gekomen. Is een binnengedrongen faag een 'oude bekende' van de bacterie, dan volgt snel een immuunreactie: het faag-DNA wordt herkend en afgebroken.

In een bacterie kunnen de volgende processen plaatsvinden:
1 translatie van Cas-RNA
2 transcriptie van CRISPR-DNA
3 translatie van faag-RNA

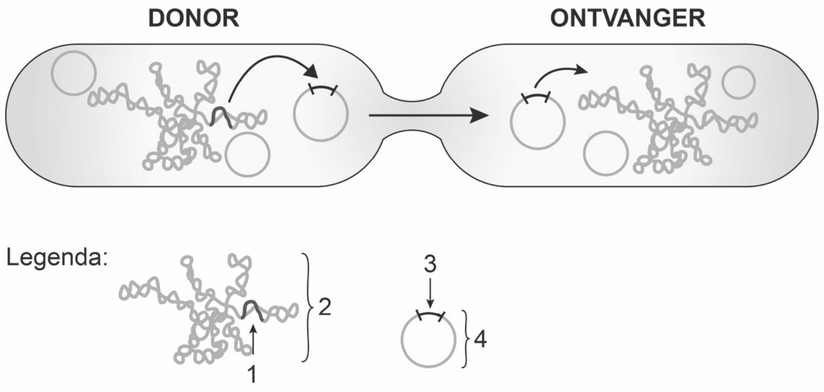
2p **20** Welk proces is of welke processen zijn essentieel voor de CRISPR-Cas-immuunreactie? Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces **wel** of **niet** essentieel is.

Doordat bacteriën en hun fagen elkaar bestrijden, treedt co-evolutie op.

2p **21** Leg uit hoe selectiedruk deze co-evolutie veroorzaakt.

Het CRISPR-Cas-afweersysteem en de faag-spacers worden bij deling doorgegeven aan de volgende generatie bacteriën. Dit wordt verticale genoverdracht genoemd.
De genoverdracht voor afweer kan ook horizontaal plaatsvinden door conjugatie. Na conjugatie geven de donor-spacers pas immuniteit aan de ontvangende bacterie na inbouw in de CRISPR-locus van deze bacterie.
In afbeelding 4 is weergegeven hoe een melkzuurbacterie (donor) door conjugatie immuniteit doorgeeft aan een andere bacterie (ontvanger).

afbeelding 4



In de legenda van afbeelding 4 zijn vier delen genummerd.

2p **22** Schrijf de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en noteer de naam van het betreffende deel erachter.

De opheldering van het bacterieel immuunsysteem CRISPR-Cas is fundamenteel onderzoek waar zuivelbedrijven gebruik van kunnen maken. Met behulp hiervan kunnen zij hun melkzuurbacteriën beschermen tegen verschillende soorten fagen en zo voorkómen dat hun yoghurtcultuur eindigt als een waterige melk met klonten.
Drie suggesties voor een methode om een melkzuurbacterie te verkrijgen die immuun is voor meerdere soorten fagen zijn:
1 achtereenvolgens verschillende soorten fagen toedienen aan een bacteriestam die voor deze fagen nog niet immuun is
2 horizontale genoverdracht bevorderen tussen bacteriën met verschillende immuniteit voor deze fagen
3 met recombinant-DNA-techniek de CRISPR-locus van bacteriën uitbreiden met spacers van deze fagen

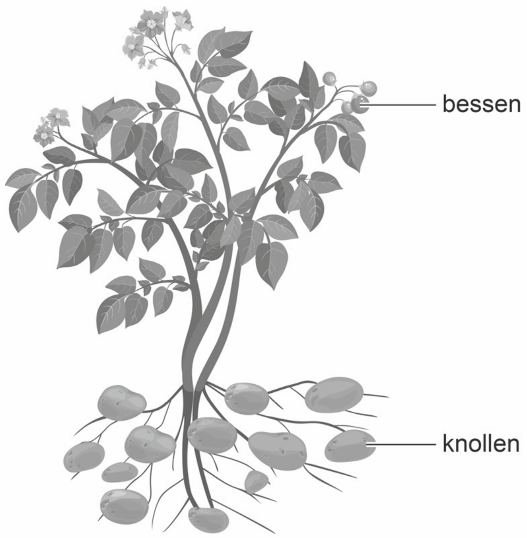
2p **23** Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende methode **wel** of **niet** kan leiden tot een bacterie die voor meerdere soorten fagen immuun is.

Aardappels veredelen

Dankzij een innovatieve techniek, ontwikkeld door een Nederlands plantenveredelingsbedrijf, kunnen boeren verbeterde aardappels telen uit zaad in plaats van uit pootaardappels.

Aardappelplanten (*Solanum tuberosum*) krijgen bloemen die na bestuiving uitgroeien tot bessen met honderden zaden. Beter bekend is de voortplanting door ondergronds gevormde zetmeelrijke knollen: de aardappels (afbeelding 1). De teelt van consumptieaardappels in Nederland is vooral gebaseerd op het gebruik van de knollen: een teler koopt ze als pootaardappels bij een vermeerderingsbedrijf en zet ze in de grond. Uit elke pootaardappel groeit een aardappelplant die weer nieuwe knollen produceert.

afbeelding 1



Gebruik van pootaardappels heeft voor een aardappelteler het voordeel dat de aardappelplanten die daaruit groeien, aardappels vormen van een constante kwaliteit.

2p **24** – Verklaar waardoor de aardappels uit pootaardappels over het algemeen een constante kwaliteit hebben.
– Noteer een oorzaak waardoor er toch verschillen kunnen zijn.

Zodra de pootaardappels of de uitlopers daarvan boven de grond uitkomen en er licht op valt, worden ze groen door de vorming van chlorofyl. In het licht neemt ook de hoeveelheid solanine, een giftige stof, in de bovengrondse delen van de plant snel toe.
Solanine wordt niet afgebroken tijdens het koken. Het Voedingscentrum raadt daarom aan de groene delen van aardappels vóór bereiding ruim weg te snijden.
Een middelgrote aardappel weegt 50 gram. De niet-groene delen van aardappels bevatten maximaal 10 mg solanine per 100 gram. Vergiftigingsverschijnselen zoals misselijkheid, braken en hartritmestoornissen treden op bij een inname van 2,5 mg solanine per kilogram lichaamsgewicht per dag.

2p **25** Leg aan de hand van een berekening uit in hoeverre solaninevergiftiging door het eten van aardappels voor iemand van 80 kg een reëel risico is.

Tetraploïde (4n) aardappelplanten zijn vaak groter en produceren grotere knollen dan de diploïde planten. Doordat de rassen die in de landbouw worden gebruikt vrijwel allemaal tetraploïd zijn, is aardappelveredeling lastig.

2p **26** Hoeveel verschillende genotypen zijn bij tetraploïde aardappelplanten mogelijk voor één eigenschap met twee allelen?
A 2
B 3
C 4
D 5
E 6
F 8

Aardappelveredelaars hebben eeuwenlang getracht door kruising en selectie gewenste eigenschappen homozygoot in de tetraploïde planten te krijgen, zoals resistentie tegen het aardappelvirus PVS.
Een recessief allel r codeert voor deze resistentie.
Twee tetraploïde aardappelplanten met genotype RRrr worden met elkaar gekruist. Bij tetraploïde planten ontstaan na meiose diploïde geslachtscellen.

2p **27** – Noteer de genotypenverhouding van de mannelijke geslachtscellen in deze kruising.
– Noteer de kans op PVS-resistentie voor een nakomeling uit deze kruising.

Tetraploïde aardappelrassen veredelen om een hogere opbrengst te verkrijgen, is moeilijk en tijdrovend. De Wageningse onderzoeker Pim Lindhout begon daarom met diploïde rassen. Hij kruiste een diploïde *S. tuberosum* die relatief grote knollen vormt, met de verwante soort *S. chacoense* die kleine knolletjes maakt.
Bij de in de landbouw gebruikte aardappelrassen komt alleen kruisbestuiving (bestuiving met stuifmeel van een andere plant) voor, wat het lastig maakt om een homozygote zuivere lijn te verkrijgen.
S. chacoense-planten kunnen echter ook ‘zelfbestuiven’ (bevrucht worden door eigen stuifmeel) wanneer ze ten minste één B^S-allel bezitten.
Met een diploïd ras dat kan zelfbestuiven, wordt het veredelen een stuk eenvoudiger.

In bloemen van de diploïde *S. tuberosum* kan alleen kruisbestuiving optreden.

2p **28** Leg uit hoe kruisbestuiving kan leiden tot een evolutionair voordeel ten opzichte van zelfbestuiving.

Lindhout voerde een kruising uit tussen een *S. chacoense*- en een *S. tuberosum*-plant. Bij de aardappelplanten die daaruit ontstonden (F1) werd zelfbestuiving toegepast om een F2 te krijgen.
Van de planten in de F1 kon ongeveer 50% zelfbestuiven en in de F2 waren dat er 10 van de 13.
Met behulp van een kruisingsschema kunnen deze verhoudingen worden verklaard.

2p **29** – Geef de twee kruisingstabellen waaruit de genotypen in de F1 en de F2 blijken. Gebruik de symbolen B en B^S voor de allelen.
– Geef in beide tabellen aan welk gedeelte kan zelfbestuiven.

Een voordeel van zaad is dat het relatief vrij van ziekten en plagen kan worden geproduceerd in kassen, terwijl er bij de productie van pootaardappels in de volle grond meer risico op infectie is.

1p **30** Noteer nog een ander voordeel van zaad ten opzichte van pootaardappels bij de aardappelteelt.

In tabel 1 is de totale opbrengst en het geoogste oppervlak van drie typen aardappels weergegeven voor 2010 en 2015.

tabel 1

	2010		2015	
	totale bruto-opbrengst (in 1000 kg)	geoogste oppervlakte (ha)	totale bruto-opbrengst (in 1000 kg)	geoogste oppervlakte (ha)
consumptieaardappels	3 546 049	71 852	3 325 398	71 736
zetmeelaardappels	1 845 149	46 667	1 809 329	42 077
pootaardappels	1 452 331	38 450	1 516 965	41 848

In 2015 was de pootaardappel-opbrengst groter dan in 2010. Iemand beweert dat dit komt door een hogere productiviteit van de aardappelplanten in 2015 in vergelijking met 2010.

1p **31** Geef een argument om deze bewering te **weerleggen**.

Inmiddels zijn door kruisingen aardappels verkregen met een hoger eiwitgehalte dan gewone aardappels. Deze eiwitten kunnen worden toegepast ter vervanging van melk en eieren in bijvoorbeeld ijs en slagroom.
De productie van plantaardige eiwitten is ecologisch duurzamer dan de productie van dierlijke eiwitten.

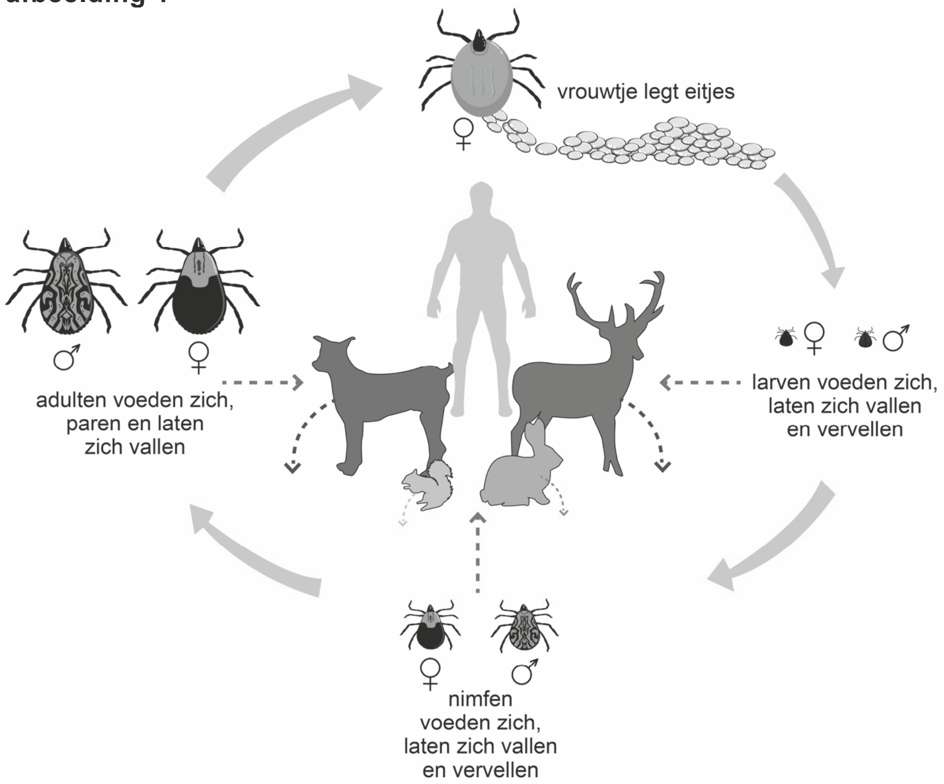
2p **32** Leg dit uit aan de hand van de energiestroom in de voedselketen.

Teken en de ziekte van Lyme

De ziekte van Lyme wordt veroorzaakt door een bacterie die meestal op de mens wordt overgedragen door een besmette schapenteek. Onderzoek laat zien dat het aantal tekenbeten en het aantal besmette teken de laatste jaren toeneemt.

Teken zijn spinachtigen die voorkomen in bossen en velden. Ze leven van het bloed van gewervelde dieren.
In afbeelding 1 is de levenscyclus van de schapenteek *Ixodes ricinus* weergegeven. De cyclus kan twee tot zes jaar duren en bestaat uit vier fasen: ei, larve, nimf en adult. Van elke levensfase overleeft ongeveer tien procent. Om een volgende fase te bereiken, heeft een teek meestal maar één bloedmaaltijd nodig.

afbeelding 1



De bloedmaaltijd van een teek duurt enkele dagen tot een week. De tijdsduur hangt samen met de grootte van de teek. De schapenteek kan als larve, nimf en adult ook een mens of een hond gebruiken als gastheer. Tijdens de bloedmaaltijd kan de bacterie *Borrelia burgdorferi* worden opgezogen uit de gastheer. Deze bacterie vermenigvuldigt zich in de darmen van de teek. *B. burgdorferi* wordt niet overgedragen op de eitjes, maar kan wel via het speeksel worden overgedragen op een nieuwe gastheer. Bij mensen kan deze bacterie de ziekte van Lyme veroorzaken.

Als je de ziekte van Lyme hebt, is de kans groter dat je de ziekte hebt opgelopen door de beet van een nimf dan door de beet van een larve of een adult van de schapenteek.

2p **33**
- Verklaar waardoor meer mensen de ziekte oplopen door de beet van een nimf dan door de beet van een larve.
- Verklaar waardoor meer mensen de ziekte oplopen door de beet van een nimf dan door de beet van een adult.

Volwassen vrouwtjesteken zuigen vaker en meer bloed dan volwassen mannetjesteken.

1p **34** Geef hiervoor een verklaring.

Teken hebben een stekende zuigsnuit om de huid van hun gastheer te doorboren, waarna ze bloed kunnen opzuigen.
In het bloed kunnen de volgende processen plaatsvinden:

1 activatie van T-lymfocyten
2 antistofproductie
3 migratie van macrofagen

2p **35** Worden deze processen in gang gezet onmiddellijk na het doorboren van de huid van de gastheer? Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of het betreffende proces **wel** of **niet** onmiddellijk in gang gezet wordt.

Om een immuunreactie van de gastheer tegen te gaan, spuit een teek altijd eerst wat speeksel bij de gastheer naar binnen. Een van de speekseleiwitten remt afweercellen die een sleutelrol spelen bij het opwekken van een immuunrespons bij de gastheer.

1p **36** Welke afweercellen spelen deze sleutelrol?

A APC's
B B-lymfocyten
C cytotoxische T-cellen
D plasmacellen

Gewoonlijk wordt een infectie met een bepaalde ziekteverwekker vastgesteld door een bloedonderzoek waarmee de aanwezigheid van de betreffende ziekteverwekker direct of indirect kan worden aangetoond.

2p **37** Waarop wordt getest bij het direct aantonen van de ziekteverwekker? En waarop bij het indirect aantonen?

	direct	indirect
A	antigenen van ziekteverwekker	antistoffen tegen ziekteverwekker
B	antigenen van ziekteverwekker	DNA van ziekteverwekker
C	antistoffen tegen ziekteverwekker	antigenen van ziekteverwekker
D	antistoffen tegen ziekteverwekker	DNA van ziekteverwekker

De enige preventieve maatregel tegen het krijgen van de ziekte van Lyme is het vermijden van een tekenbeet. Om het risico op tekenbeten te verkleinen moet het aantal teken verminderd worden.
Een mogelijke aanpak is het gebruik van nematoden, microscopisch kleine rondwormen, die bepaalde symbiotische bacteriën bij zich dragen. Wanneer de nematode een teek binnendringt, gaan deze bacteriën zich ten koste van de teek vermenigvuldigen. De nematode voedt zich vervolgens met deze bacteriën.
Naar aanleiding van deze gegevens wordt de volgende stelling gedaan:
De relatie tussen de nematode en de bacteriën die hij bij zich draagt, is mutualisme.

2p **38**
- Geef een argument dat deze stelling ondersteunt.
- Noteer welk ander type relatie tussen de nematode en de bacteriën ook van toepassing is.

Schapen worden wel tekenstofzuigers genoemd, omdat ze heel aantrekkelijk zijn voor teken zonder er zelf veel last van te hebben. Onderzocht wordt of het inzetten van 'lokschapen' langs paden waar mensen lopen, een significante vermindering van het aantal teken kan opleveren.

1p **39** Noteer een aanvullende handeling die nodig is om het aantal teken te verminderen bij het op deze manier inzetten van lokschapen.

Bijlagen

Cijferbepaling

2018-I

punten	cijfer	punten	cijfer
0	**1,0**	46	**6,4**
1	**1,1**	47	**6,5**
2	**1,1**	48	**6,6**
3	**1,2**	49	**6,8**
4	**1,3**	50	**6,9**
5	**1,4**	51	**7,0**
6	**1,5**	52	**7,1**
7	**1,7**	53	**7,2**
8	**1,8**	54	**7,4**
9	**1,9**	55	**7,5**
10	**2,0**	56	**7,6**
11	**2,1**	57	**7,7**
12	**2,3**	58	**7,9**
13	**2,4**	59	**8,0**
14	**2,5**	60	**8,1**
15	**2,6**	61	**8,2**
16	**2,7**	62	**8,3**
17	**2,9**	63	**8,5**
18	**3,0**	64	**8,6**
19	**3,1**	65	**8,7**
20	**3,2**	66	**8,8**
21	**3,4**	67	**8,9**
22	**3,5**	68	**9,1**
23	**3,6**	69	**9,2**
24	**3,7**	70	**9,3**
25	**3,8**	71	**9,4**
26	**4,0**	72	**9,6**
27	**4,1**	73	**9,8**
28	**4,2**	74	**10,0**
29	**4,3**		
30	**4,4**		
31	**4,6**		
32	**4,7**		
33	**4,8**		
34	**4,9**		
35	**5,1**		
36	**5,2**		
37	**5,3**		
38	**5,4**		
39	**5,5**		
40	**5,7**		
41	**5,8**		
42	**5,9**		
43	**6,0**		
44	**6,2**		
45	**6,3**		

2018-II

punten	cijfer	punten	cijfer
0	**1,0**	46	**7,5**
1	**1,3**	47	**7,6**
2	**1,5**	48	**7,8**
3	**1,8**	49	**7,9**
4	**2,0**	50	**8,0**
5	**2,2**	51	**8,2**
6	**2,4**	52	**8,3**
7	**2,5**	53	**8,4**
8	**2,6**	54	**8,5**
9	**2,8**	55	**8,7**
10	**2,9**	56	**8,8**
11	**3,0**	57	**8,9**
12	**3,1**	58	**9,1**
13	**3,3**	59	**9,2**
14	**3,4**	60	**9,3**
15	**3,5**	61	**9,4**
16	**3,7**	62	**9,5**
17	**3,8**	63	**9,6**
18	**3,9**	64	**9,6**
19	**4,0**	65	**9,7**
20	**4,2**	66	**9,7**
21	**4,3**	67	**9,8**
22	**4,4**	68	**9,9**
23	**4,6**	69	**9,9**
24	**4,7**	70	**10,0**
25	**4,8**		
26	**4,9**		
27	**5,1**		
28	**5,2**		
29	**5,3**		
30	**5,5**		
31	**5,6**		
32	**5,7**		
33	**5,8**		
34	**6,0**		
35	**6,1**		
36	**6,2**		
37	**6,4**		
38	**6,5**		
39	**6,6**		
40	**6,7**		
41	**6,9**		
42	**7,0**		
43	**7,1**		
44	**7,3**		
45	**7,4**		

2019-I

punten	cijfer	punten	cijfer
0	**1,0**	46	**6,7**
1	**1,1**	47	**6,9**
2	**1,2**	48	**7,0**
3	**1,3**	49	**7,1**
4	**1,4**	50	**7,2**
5	**1,5**	51	**7,4**
6	**1,7**	52	**7,5**
7	**1,8**	53	**7,6**
8	**1,9**	54	**7,7**
9	**2,0**	55	**7,9**
10	**2,2**	56	**8,0**
11	**2,3**	57	**8,1**
12	**2,4**	58	**8,3**
13	**2,5**	59	**8,4**
14	**2,7**	60	**8,5**
15	**2,8**	61	**8,6**
16	**2,9**	62	**8,8**
17	**3,1**	63	**8,9**
18	**3,2**	64	**9,0**
19	**3,3**	65	**9,1**
20	**3,4**	66	**9,3**
21	**3,6**	67	**9,4**
22	**3,7**	68	**9,5**
23	**3,8**	69	**9,6**
24	**3,9**	70	**9,8**
25	**4,1**	71	**10,0**
26	**4,2**		
27	**4,3**		
28	**4,4**		
29	**4,6**		
30	**4,7**		
31	**4,8**		
32	**5,0**		
33	**5,1**		
34	**5,2**		
35	**5,3**		
36	**5,5**		
37	**5,6**		
38	**5,7**		
39	**5,8**		
40	**6,0**		
41	**6,1**		
42	**6,2**		
43	**6,4**		
44	**6,5**		
45	**6,6**		

Bedenk dat het toekennen van punten aan een antwoord enige deskundigheid vereist. De hier behaalde scores zijn dus vooral een indicatie hoeveel je op dit moment weet over dit vak.

2019-II

punten	cijfer	punten	cijfer
0	**1,0**	46	**6,9**
1	**1,2**	47	**7,1**
2	**1,4**	48	**7,2**
3	**1,5**	49	**7,3**
4	**1,6**	50	**7,4**
5	**1,7**	51	**7,6**
6	**1,9**	52	**7,7**
7	**2,0**	53	**7,8**
8	**2,1**	54	**7,9**
9	**2,2**	55	**8,1**
10	**2,4**	56	**8,2**
11	**2,5**	57	**8,3**
12	**2,6**	58	**8,5**
13	**2,7**	59	**8,6**
14	**2,9**	60	**8,7**
15	**3,0**	61	**8,8**
16	**3,1**	62	**9,0**
17	**3,3**	63	**9,1**
18	**3,4**	64	**9,2**
19	**3,5**	65	**9,3**
20	**3,6**	66	**9,5**
21	**3,8**	67	**9,6**
22	**3,9**	68	**9,7**
23	**4,0**	69	**9,8**
24	**4,1**	70	**9,9**
25	**4,3**	71	**10,0**
26	**4,4**		
27	**4,5**		
28	**4,6**		
29	**4,8**		
30	**4,9**		
31	**5,0**		
32	**5,2**		
33	**5,3**		
34	**5,4**		
35	**5,5**		
36	**5,7**		
37	**5,8**		
38	**5,9**		
39	**6,0**		
40	**6,2**		
41	**6,3**		
42	**6,4**		
43	**6,6**		
44	**6,7**		
45	**6,8**		

Onderwerpregister

Nummers verwijzen per hoofdstuk naar opgaven uit examens

	deel 1	*deel 2a*		*deel 2a (vervolg)*	
		2018-I	**2018-II**	**2019-I**	**2019-II**
Cellen, organen en orgaanstelsels	hoofdstuk 1 1 - 14	15, 5, 20	1, 4-6, 27	3, 39	
Voortplanting en ontwikkeling	hoofdstuk 2 1 - 12				
Erfelijkheid	hoofdstuk 3 1 - 17	34, 36	20-22, 24, 26	21, 22, 23, 25	25, 29
DNA en celcyclus	hoofdstuk 4 1 - 16	34	22-24	18, 20, 24, 25, 29, 30, 31	
Genexpressie, RNA en eiwitsynthese	hoofdstuk 5 1 - 19	12, 16, 17, 19, 24	9, 16, 17, 19, 24, 26	14, 15, 24, 32	10-15, 32
Evolutie: soortvorming en selectie	hoofdstuk 6 1 - 13	14, 18, 19, 35	7, 8	16, 17, 34	30, 31
Fotosynthese, dissimilatie en voortgezette assimilatie	hoofdstuk 7 1 - 25	20, 21, 25, 26	1, 4, 5, 11, 27-29	19, 38, 39	20, 21
Ecosystemen; interactie en regulatie	hoofdstuk 8 1 - 36	27-31, 37, 38	29-33, 35, 36-38	27, 35, 36, 37	14
Ecosystemen; dynamiek en diversiteit	hoofdstuk 9 1 - 18	32, 33, 36-38	33, 36		1-7
Voeding en vertering	hoofdstuk 10 1 - 16	11		26	18, 19
Bloedsomloop	hoofdstuk 11 1 - 12	1, 3, 4, 6, 7, 23	2, 3, 6, 34		21, 22, 33
Gaswisseling	hoofdstuk 12 1 - 11	1, 3, 4, 8, 11	6	1, 2-5	16, 21, 24
Lever, nieren; uitscheiding	hoofdstuk 13 1 - 9	6, 15			
*** Gedrag en seksualiteit**	hoofdstuk 14 1 - 17				
*** Oog en andere zintuigen**	hoofdstuk 15 1 - 12				26, 32
Zenuwstelsel en spieren	hoofdstuk 16 1 - 13	5, 22	2, 18, 25	8-13	9, 21, 27, 28
Hormonale regeling	hoofdstuk 17 1 - 17	2, 25	10-13, 15		
Huid en immuniteit	hoofdstuk 18 1 - 16	9-11, 13	9, 14	6, 7, 26, 28	8, 17, 33-38
Vaardigheden en onderzoek		3, 16, 17, 21 26, 30, 31	1, 4, 5, 14, 26, 32, 36	11, 12, 29, 33, 35	23, 38

Examen(werk)woorden

Als in een examen een van de woorden uit onderstaande lijst wordt gebruikt, geldt de betekenis die hieraan in deze lijst is gegeven.

- **(aan)geven, aanvullen, (be)noemen, noteren**
  Het geven van een kort antwoord: een woord of zinsdeel.
  Een toelichting is niet vereist, tenzij anders is aangegeven in de vraagstelling.

- **beschrijven**
  Het geven van een antwoord in hele zinnen, waarin de onderdelen van het gevraagde zijn gegeven.

- **beargumenteren, beredeneren**
  Het geven van een antwoord waarin, op logische wijze, gegevens en biologische kennis zijn gebruikt om een bepaalde keuze of stelling te onderbouwen of ondersteunen.

- **toelichten**
  Het geven van een onderbouwing in één of enkele zinnen voor een bepaalde keuze of stelling.

- **uitleggen, verklaren, aangeven waardoor**
  Het geven van een antwoord waaruit een oorzaak-gevolgrelatie blijkt met het gestelde/gevraagde.
  Als het gaat om meerdere oorzaak-gevolgstappen wordt het werkwoord uitleggen gehanteerd, bij een enkelvoudige oorzaak-gevolgstap verklaren of aangeven waardoor.

- **aangeven waarom**
  Het geven van een antwoord waaruit een reden of een doel blijkt van het gestelde/gevraagde.

- **bepalen**
  Het gevraagde vaststellen en/of uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen.
  Uit de uitwerking moet blijken welke metingen zijn gedaan en/of welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen.
  De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen.
  De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.

- **berekenen**
  Het gevraagde uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen.
  Uit de uitwerking moet blijken welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen.
  De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen.
  De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.

©ThiemeMeulenhoff

- **tekenen**
  Het geven van een grafische voorstelling die de voor de probleemsituatie relevante karakteristieke eigenschappen bevat en voldoende nauwkeurig is.
  In het geval van een grafiek moet een assenstelsel met schaalverdeling zijn weergegeven waarbij de onafhankelijke variabele op de x-as staat. Het assenstelsel moet, indien mogelijk, voorzien zijn van grootheden en eenheden.
  In het geval van een voedselweb moeten organismen zoveel mogelijk apart zijn opgenomen.
  Pijlen zijn weergegeven in de richting van de energiestromen.

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Aantekeningen

©ThiemeMeulenhoff

Colofon

Auteurs
A.S.P. Jansen
J.H. Rawee
E.J. van der Schoot
A.N. Leegwater

Vormgeving binnenwerk
Maura van Wermeskerken, Apeldoorn

Opmaak
Crius Group, Hulshout

Redactie
Lineke Pijnappels

Auteur stappenplan
T.H.J. Heutmekers

Over ThiemeMeulenhoff
ThiemeMeulenhoff ontwikkelt zich van educatieve uitgeverij tot een learning design company. We brengen content, leerontwerp en technologie samen. Met onze groeiende expertise, ervaring en leeroplossingen zijn we een partner voor scholen bij het vernieuwen en verbeteren van onderwijs. Zo kunnen we samen beter recht doen aan de verschillen tussen lerenden en scholen en ervoor zorgen dat leren steeds persoonlijker, effectiever en efficiënter wordt.

Samen leren vernieuwen.

www.thiememeulenhoff.nl

ISBN 978 90 06 49169 2
Eerste druk, tweede oplage, 2022

©ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2021

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Deze uitgave is volledig CO_2-neutraal geproduceerd.
Het voor deze uitgave gebruikte papier is voorzien van het FSC®-keurmerk.
Dit betekent dat de bosbouw op een verantwoorde wijze heeft plaatsgevonden.

examenbundel 〉

vwo **Nederlands**
vwo **Engels**
vwo **Duits**
vwo **Frans**
vwo **Economie**
vwo **Bedrijfseconomie**
vwo **Maatschappijwetenschappen**
vwo **Geschiedenis**
vwo **Aardrijkskunde**
vwo **Wiskunde A**
vwo **Wiskunde B**
vwo **Wiskunde C**
vwo **Scheikunde**
vwo **Biologie**
vwo **Natuurkunde**

samengevat }

vwo **Economie**
vwo **Bedrijfseconomie**
vwo **Maatschappijwetenschappen**
vwo **Geschiedenis**
vwo **Aardrijkskunde**
vwo **Wiskunde A**
vwo **Wiskunde B**
vwo **Wiskunde C**
vwo **Scheikunde**
vwo **Biologie**
vwo **Natuurkunde**
havo/vwo **Nederlands 3F/4F**
havo/vwo **Rekenen 3F**

Tips, tricks en informatie die jou helpen bij het slagen voor je eindexamen vind je op examenbundel.nl! Nog meer kans op slagen? Volg ons ook op social media. #geenexamenstress

examenidioom + examenbundel + samengevat + zeker slagen! = #geenexamenstress

examenidioom

vwo **Engels**
vwo **Duits**
vwo **Frans**

zeker slagen !

voor vmbo, havo én vwo

9 789006 491692